LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. III · NO. 2

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR

E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

SEPTEMBRE 1928

Note.

The Journal of the Council will in future appear *three times a year*, and three numbers will form a volume. It will include, in addition to general articles, reviews and bibliography, the special papers hitherto issued in the series of "Publications de Circonstance".

The annual subscription price has been fixed at 12 Kroner (+ Kr. 1.50 for mailing expenses) per volume, which will include, if desired, a reprint of the bibliographical matter, printed on one side of the paper. Single copies will be sold at Kr. 4,50.

A separate edition of Dr. Allen's Selected Bibliography, published in Nos 1 and 2 of the Journal, has been issued, printed on one side of the page only. Subscribers and those on the distribution list will receive copies of this Bibliography *upon application to the Administrative Secretary.*

It may also be purchased for the sum of 1 Krone from the Publisher.

Contributions to the Journal should be sent to the Editor: —

Dr. *E. S. Russell,*
43, Parliament St.
LONDON. S.W. 1.

They may be written in English, French, German or Spanish. General and scientific articles must be accompanied by a summary. General articles and reviews will be paid for at the rate of 10 Kroner a page. Authors of general articles and scientific papers will receive 50 copies of their paper gratis. Typescripts and figures should be submitted in a state fully prepared for press, in order that the costs of proof correction may be reduced to a minimum, and no expense be incurred by the Council in re-drawing any figures. *Contributors are requested to follow the instructions printed on p. 3 of the cover.*

Books and papers for review or bibliographical notice should be sent to the Editor.

Orders for copies should be sent to Messrs. Andr. Fred. Høst & Søn, Bredgade, Copenhagen, and business communications, regarding advertisements, etc. to the Administrative Secretary, Strandvej 34, Copenhagen.

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. III · NO. 2

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR

E. S. RUSSELL

EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

SEPTEMBRE 1928

IMPRIMERIE BIANCO LUNO

C. G. Joh. Petersen.

(1860–1928).

The sudden death of Dr. PETERSEN has robbed fishery science of one of its most distinguished workers. In many directions he was a pioneer; he introduced new methods and new ideas, and to the breadth and keenness of his intelligence we are indebted for many conceptions which have proved fertile and stimulating.

His whole life was devoted to the study of the animal life in the waters round Denmark. In 1883—87 he took part in the inves-

tigations of the gunboat "Hauch" in the Kattegat and Baltic, gaining thus an extensive and intimate knowledge of the distribution of the bottom-living species. In 1890 he became Director of the Danish Biological Station, a position which he filled with great dignity and success till his retirement in 1926. During these years his attention was naturally directed mainly to fishery problems: it was his great merit that he regarded these as being essentially problems of ecology. He realised more vividly than anyone else that fish must be studied, not in isolation from their environment, nor from a purely statistical point of view, but in close relation with all the many factors that influence their abundance, their rate of growth, and their productivity. Fishery problems he envisaged always in this broad and comprehensive way.

He seized upon the fundamental importance of food-supply and rate of growth, and most of his fishery work centred round these two points. He was the first to apply quantitative methods to the study of the bottom-fauna of the sea, the first bottom-sampler being used by him in the Limfjord in 1896. In 1908 he developed these investigations with the help of a much improved sampler, initiating that classical series of researches on animal communities, the results of which have appeared in the Reports of the Danish Biological Station from 1911 to 1918.

All this work had in addition to its high theoretical interest a very practical bearing; its main object was to throw light upon the productivity of the sea, and especially its production of edible fish. Petersen had been greatly impressed by the slow rate of growth of the plaice in the western Limfjord and their rapid increase in size when transferred to the central areas, where crowding was less and food more abundant, and he based upon these observations the successful practice of large-scale transplantation. His quantitative sampling of the bottom-fauna was essentially directed to discovering what supplies of fish-food were available in different parts of the sea, how these fluctuated from year to year, and how they were utilised by the stocks of fish. In this connection he studied with great care the sources of nourishment of the fish-food, and generally the conditions of production of plant and animal life in the sea. His aim was the "Valuation of the Sea"

from the point of view of its productivity in useful, i.e. edible, species. In all these investigations he was ably assisted by P. Boysen Jensen and H. Blegvad.

The practical bearing of Petersen's investigations on bottom-fauna and fish-food is clearly seen in his papers on the "overfishing" problem, the most important of which, dealing with the plaice fisheries, appeared in the Report of the Danish Biological Station for 1922. Here the problem is stated in terms of food-supply and rate of growth in their relation to the intensity of fishing. Petersen held that the guiding principle or aim of fishery science and administration should be to ensure the utilisation by the fish of the available food in such a way that the maximum possible production of fish is annually obtained. "The limited amount of food of plaice to hand at all times will restrict these efforts. A stock of plaice with a low growth-rate will not yield the same annual production as a stock with rapid growth: a very dense, slowly growing stock will give but a very poor yield, as almost all the food will go simply to the maintenance of life and next to nothing can be used for growing purposes" (Preface to 1922 Report). Rapid production and early cropping were in Petersen's view the things to aim at in the regulation of fisheries, just as in the practice of agriculture and stock rearing. The importance of these considerations needs no emphasis.

It is clearly impossible, in a brief note such as this, to survey the whole of Petersen's varied and extensive work. It is known and appreciated by us all. We remember him whenever we mark fish and whenever we use his bottom-sampler or his young-fish trawl, and so long as the complex problems of "overfishing" continue to occupy our attention we can never forget his teaching.

In the last years of his life Petersen became greatly interested in philosophy, in its bearings upon biological method. He read widely and thought deeply about the subject, and discussed it freely with his friends, among whom the present writer is proud to have been numbered. He published the result of his studies in a paper, "On Some Biological Principles", (Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Biol. Medd., VII, 2, 1928) which appeared just a week or so before his death. In this paper Petersen takes up a Kant-

ian standpoint, emphasizing the need for regarding the organism as a whole. The paper is a valuable one, from the biological point of view, and displays that breadth and simple directness of mind which were so characteristic of the man. To know PETERSEN was to admire him as a thinker and to respect him as a man.

E. S. R.

Die Wasserbewegungen im Gebiete der Gibraltarstrasse.

Von

Gerhard Schott,

Hamburg, Deutsche Seewarte.

Die Strömungen in mehr oder weniger engen Strassen, die einen Ozean mit einem Nebenmeer verbinden, haben von jeher ein grosses praktisches und theoretisch-wissenschaftliches Interesse erweckt, praktisch wegen des Einflusses auf die Schiffahrt, praktisch auch wegen des oft sehr weiträumigen Transportes bestimmter Wassereigenschaften und bestimmter Lebewesen von einem Meeresteil in den andern, wissenschaftlich-theoretisch wegen der dabei meist auftretenden Dichteausgleichsbewegungen, die in einem dem Oberstrom entgegengesetzt verlaufenden Unter- oder Bodenstrom resultiren. Die gesamte Ozeanographie der Ostsee in ihren einzelnen Becken wäre unverständlich ohne die Erkenntnis von dem am Boden des Sundes und grossen Beltes herein dringenden Nordseewasser. Für das Verständnis der Verhältnisse in den Tiefen des Schwarzen Meeres sind die Vorgänge in Dardanellen und Bosporus entscheidend; der Wasseraustausch zwischen dem Roten Meere und Golf von Aden, wie er, nach älteren englischen und österreichischen Untersuchungen, neuerdings von italienischer Seite dargestellt ist, gipfelt ebenfalls in einem entgegengesetzt verlaufenden Ober- und Unterstrom im weiten Umkreis der Bab el Mandeb-Strasse.

Das berühmteste Beispiel aber hat immer die Gibraltarstrasse geliefert. Durch diese nur 14 km breite und etwas über 300 m tiefe Strasse findet nach beiden Richtungen hin, an der Oberfläche hauptsächlich nach Osten, in tieferen Schichten wahrscheinlich nach Westen, weitgehend ein Austausch von höheren und niederen Organismen statt, in aktiver Wanderung und in passiver Verfrachtung. So hat z. B. Johs. Schmidt überzeugend nachgewiesen[1]), dass die Larven des Aales (*Anguilla vul-*

[1]) Johs. Schmidt. L'immigration des larves d'Anguille dans la Méditerranée par le détroit de Gibraltar. — Compt. rendus Acad. des Sciences, t. 179. p. 729. Paris. Oktober 1924.

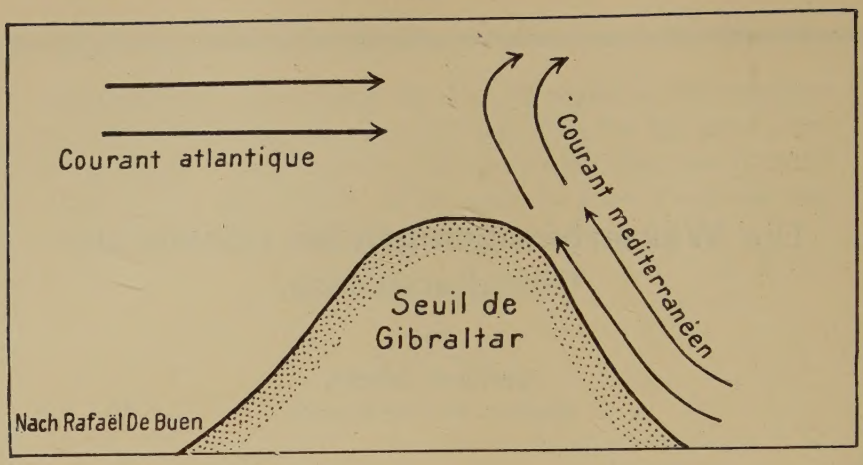


Fig. 1.

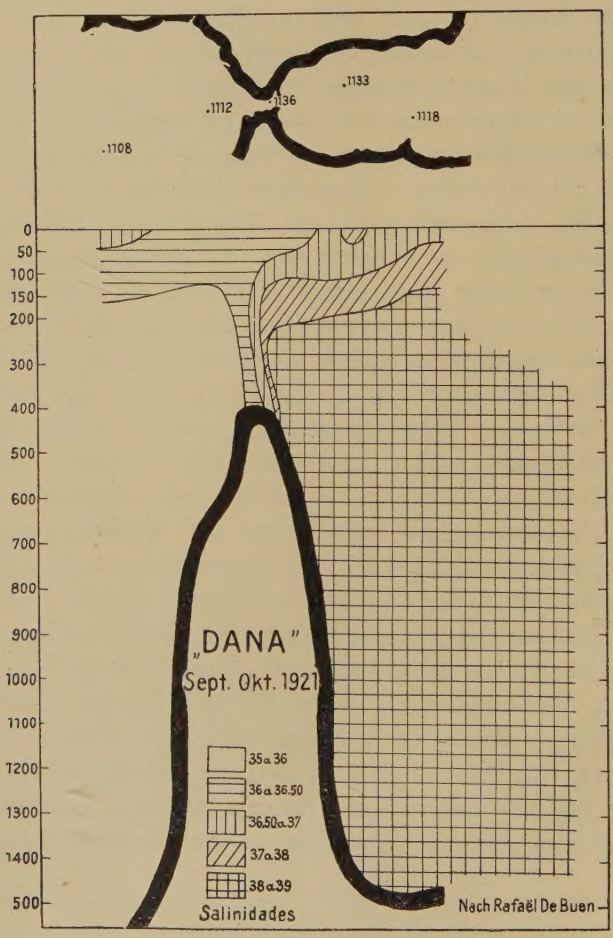


Fig. 2. Senkrechte Salzgehaltsverteilung nach R. DE BUEN.

Empfohlene Untersuchungslinien ——— o ——— + Stationsorte, s. S. 147 und 150.

Fig. 3. Tiefenverhältnisse.

garis) in der bekannten Form des *Leptocephalus brevirostris* in grossen Mengen vom Atlantischen Ozean aus ostwärts in den obersten 100 m Tiefe die Gibraltarstrasse passiren, wobei sie allmählich ihre mittlere Länge von 62.6 mm (Atlant. Ozean westlich der Strasse) auf 69.1 mm (Mittelmeer vor der Küste von Algier) steigern. Der ganz überwiegend in das Mittelmeer hineinsetzende Oberflächenstrom nach Osten ist seit

ungezählten Jahrzehnten der Schiffahrt bekannt. Den westwärts zum Ozean heraussetzenden Tiefen- oder Bodenstrom hat die neuzeitliche Meeresforschung, nach anfänglichem Zögern wegen der geringen Zugangsbreite, immer weiter in seinen Fernwirkungen ausgebaut; fast jede Tiefsee-Expedition der letzten 40 Jahre hat Beiträge zu der Verbreitung des mittelmeerischen Tiefenwassers im östlichen Nordatlantischen Ozean geliefert, z. B. »Challenger«, »Planet«, »Möwe«, »Thor«, »Michael Sars«, »Armauer Hansen«, »Dana«, »Meteor«, um nur einige zu nennen. Es gilt als Fundamentalsatz, dass in Tiefen von etwa 800—1200 m dies Mittelmeerwasser an der Temperatur ziemlich weit ausserhalb der Gibraltarstrasse, am Salzgehalt aber sogar bis mindestens Irland im Norden, bis zu den Azoren und Madeira im Westen, bis zu den Canaren und vielleicht auch Kapverden im Süden erkennbar ist.

Begreifliches Aufsehen musste es daher erregen, als im Sommer 1927 Rafael de Buen[1]) das Vorhandensein eines Tiefenstromes nach Westen, zum Ozean hinaus, auf Grund seiner spanischen Untersuchungsfahrten insbesondere auf dem »Almirante Lobo« 1923 in Verbindung mit einer Benutzung auch früherer Beobachtungen, z. B. der »Dana« (1921) bestritt und zu einem Schema der Wasserbewegung gelangte, das am bequemsten aus den 2 vorstehenden, Buen's Arbeit entnommenen Textfiguren 1 und 2 ersichtlich wird. Hiernach soll die Gibraltarschwelle wie eine Barrière das Mittelmeerwasser der Tiefe zum Aufsteigen zwingen, es soll in seiner Gesamtheit in den oberen Schichten vom einströmenden atlantischen Wasser umgebogen und nach Osten zurückgebracht werden; die Isohalinen sollen in dem kritischen Gebiet annähernd senkrecht verlaufen. Das Nähere wolle man an Ort und Stelle nachlesen. Buen spricht es daher direkt aus, dass man nunmehr für die merkwürdigen Temperatur- und besonders Salzgehalts-Anomalien in den Tiefen des gesamten östlichen Nordatlantischen Ozeans sich nach irgend einer anderen Erklärung umsehen müsse.

Nach meiner Überzeugung scheitert die Buen'sche Vorstellung allein schon an der nachfolgenden Überlegung. Wenn auch die Gezeitenströme in der Gibraltarstrasse stark entwickelt sind, so besteht doch Übereinstimmung darüber, dass an der Oberfläche ungeheure atlantische Wassermassen im Jahreslaufe dem Mittelmeere zur Deckung des dortigen Verdunstungsverlustes zugeführt werden; sehr gering gerechnet sind es 22,200 km³. Wo bleiben, wenn kein Rückstrom für die Ent-

[1]) R. de Buen. Résultats des investigations espagnoles dans le détroit de Gibraltar. Rapport Atlantique 1926, in Rapp. et Proc. Verbaux, Conseil perm. internat. pour l'exploration de la mer. Copenhague 1927. S. 60—91. — Vergl. auch R. de Buen in Journal du Conseil, Vol. II, Nr. 3, S. 269 ff. Copenhague 1927.

salzung sorgt, die in diesen 22,200 km³ enthaltenen 820.10^{12} kg Salze? Wäre Buen's Meinung richtig, so müsste das Mittelmeer schon längst zu einer dem Toten Meere ähnlichen Salzpfanne grössten Stiles geworden sein. Kunstvoll von der Natur ist es eingerichtet[1]), dass durch den rückkehrenden Tiefenstrom Konstanz der Salinität für die Gegenwart-Begriffe erreicht ist.

Es kann nun meine Absicht nicht sein, nur diese kritische Bemerkung zu machen. Buen's interessante Arbeit hat mich veranlasst, in den letzten Monaten das gesamte vorliegende ozeanographische Material meinerseits durchzuarbeiten, um zuzusehen, ob überhaupt die Zeichnung der Linien gleicher Tiefentemperaturen und Tiefensalzgehalte im Gebiete der Gibraltarstrasse zwingend oder nur zweckmässig so zu gestalten sei, wie sie im Rapport Atlantique von dem spanischen Kollegen veröffentlicht wurde. Das Ergebnis wird hiermit den Fachkollegen zu selbständiger Entscheidung vorgelegt; es ergaben sich manche neue Vorstellungen dabei und auch die Hauptquelle für Buen's Ansicht dürfte dabei aufgedeckt werden (S. 157).

I. Die Tiefenverhältnisse[2]) im Bereiche der Gibraltarstrasse (Fig. 3)

mögen vorangestellt sein. Es ist nicht eine einfache oder einmalige Bodenschwelle vorhanden, sondern es liegt eine mindestens zweifache, vielleicht sogar dreifache Barrière vor, alle westlich der Gibraltar-Enge. Wenn man die englische Admiralitätskarte Nr. 142 und die 2 Karten des deutschen Marineamtes Nr. 309 (1 : 100,000) sowie Nr. 302 (1 : 750,000) zu Rate zieht, findet man, dass die Schwellen noch westlich von Kap Tarifa liegen. Die erste (mit I in der Karte und den Profilen bezeichnet) zieht von den Cabezos-Riffen in einem nach Westen geschwungenen Bogen hinüber nach Punta al Boassa; die Maximaltiefe beträgt 320 m. Die zweite Schwelle II — auf die schon O. Jessen aufmerksam macht — geht von der Höhe des Kap Trafalgar über »The Ridge« (stellenweise nur 55 m tief) nach Kap Spartel; Maximaltiefe 366 m. Der Abstand dieser beiden Hauptschwellen von einander beträgt 25 km. Vielleicht ist noch eine dritte Schwelle (III) unter rund 6°10′ W. L., 10 bis 20 km westlicher als II, vorhanden, mit grössten Tiefen von etwas über 300 m; doch mag das fraglich bleiben, ist auch nicht wesentlich. In der ganzen

[1]) Hierzu siehe die Ausführungen am Schluss (S. 172).

[2]) Für diese Ausführungen und auch sonst für die Schilderung der gesamten Sachlage vergleiche man mit Vorteil auch das noch die Geologie, Klimatologie und Anthropogeographie des Gibraltargebietes umfassende Werk von O. Jessen, Die Strasse von Gibraltar. Berlin 1927.

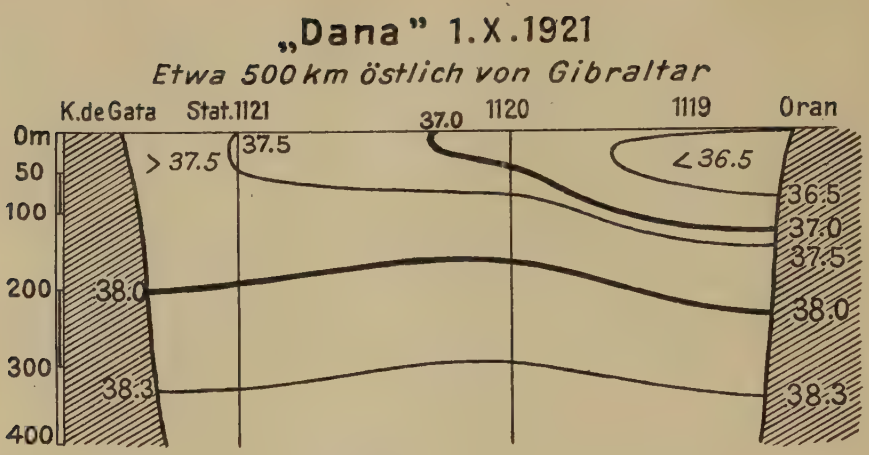


Fig. 4. Salzgehalt-Querschnitt von Kap de Gata nach Oran.

eigentlichen Gibraltarstrasse schiebt sich von Osten her eine Tiefenrinne herein, sodass mehr als 700 m Tiefe südlich von Tarifa vorhanden sind; zwischen Schwelle I und II, bzw. II und III sind tiefe Löcher von über 500 m. Das untermeerische Relief ist also, bei der geringen Strassenbreite von etwa 14 km an der engsten Stelle, recht unruhig, und diese Tatsache erscheint wichtig für die Auffassung der Stromvorgänge überhaupt. Der Abfall vom Schelf zur atlantischen Tiefsee, also die Gegend, auf der das Absinken des Mittelmeerwassers erfolgen muss, beginnt erst etwa 60 km oder 30 Sm[1]) westlich von der engsten Stelle bei Tarifa. Nur die jenigen Beobachtungen in der Tiefe, und zwar jeweils bis zum Boden, die soweit westlich, auf diesem Abhang, angestellt werden, können entscheidend für die Frage benutzt werden, ob Mittelmeerwasser als Unterstrom den Ozean erreicht oder nicht. Beobachtungen östlich von den Schwellen sind nützlich, aber letzten Endes in dieser Angelegenheit nicht entscheidend.

II. Die Strömungen der Oberfläche

mögen nur kurz skizzirt werden, indem wegen näherer Einzelheiten über die Stromversetzungen insbesondere auf die Segelhandbücher (Pilots), wegen der Gezeitenströmungen z. B. auf die Aufsätze von R. von Sterneck[2]) verwiesen wird. In den seemännischen Kreisen ist

[1]) Sm = Seemeile = 1.85 km.

[2]) Die Gezeiten des westlichen Mittelmeeres. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 121 (1912) u. Bd. 122 (1913). Ausführliche Referate hierüber von A. Defant in den Annalen der Hydrographie 1913. S. 196 u. 561.

der ganz überwiegend nach Osten, besonders in der Mitte und an der Südseite der Gibraltarstrasse stark fliessende Einstrom zum Mittelmeer ein bekannter, bei der Navigation berücksichtigter Faktor; wir nennen ihn den die verdunsteten Wassermassen ersetzenden Kompensationsstrom oder atlantischen Strom. Auf beiden Seiten kommen in den Buchten Neerströme rücklaufender Richtung, mit dem Uhrzeiger kreisend, vor; den der Algeciras-Bucht hat R. DE BUEN genau beschrieben. Der Hauptstrom kann durch Windeinwirkung stark beeinflusst werden, durch steife Westwinde beschleunigt, durch anhaltende Ostwinde zeitweise gestoppt werden. Als Mittelwert gibt STERNECK nach den englischen Messungen von G. N. NARES[1]) für den Stromstrich 1.21 km in der Stunde. Ebbe- und Flutströmungen überlagern sich mit 2.06 km/Stunde, sodass bei Flutstrom 3.27 km nach Osten, bei Ebbestrom 0.85 km nach Westen resultiren würden; doch bedingen die vorherrschend westlichen Winde, dass nur selten tatsächlich Versetzung nach Westen beobachtet wird. Es kommen an der Südkante des tiefen Fahrwassers Geschwindigkeiten nach Osten von über 4 Seemeilen oder 7.5 km häufig genug vor. Die Bevorzugung der Südseite ist zweifellos eine Wirkung der Erdrotation; entsprechend werden wir bei dem Tiefenstrom die Bevorzugung der Nordseite aus gleichem Grunde als wichtig erkennen."

Wie stark das atlantische Wasser die afrikanische Seite bis weit in das Mittelmeer hinein hält, ist allbekannt[2]), in seiner Tiefenausdehnung beispielsweise auch aus den Messungen der »Dana« vom 1. Okt. 1921 ersichtlich; das Schiff fand auf dem Querprofil Kap de Gata—Oran bis fast 100 m Tiefe auf der afrikanischen Flanke einen Salzgehalt von $< 36.5\,^0/_{00}$, auf der spanischen aber $> 37.5\,^0/_{00}$, was unsere Fig. 4 deutlich zeigt. In der grossen Bucht von Ceuta ostwärts bis Kap Tres Forcas kommt ein wichtiger, längs der ganzen Marokkoküste westwärts, zuletzt nach NW auf Ceuta hin setzender Neerstrom an der Oberfläche zur Erscheinung, den R. DE BUEN als neu entdeckte Bewegung beschreibt und auf S. 68 seiner Arbeit abbildet. Doch ist diese Strömung schon seit langem in der Schiffahrt bekannt und benutzt; in dem von dem Hydrographischen Amt der britischen Admiralität 1913 herausgegebenen »Mediterranean Pilot«[3]) heisst es »Off Cap Tres Forcas the edge of the current approaching the land produces a counter current which

---

[1]) Investigations of currents in the Strait of Gibraltar. Proc. R. Soc. London, Vol. XX. 1872.

[2]) Vergl. z. B. G. SCHOTT: Gewässer des Mittelmeeres. Annal. d. Hydrogr. 1915. S. 71. Taf. 4.

[3]) Vol. I, p. 54. London 1913.

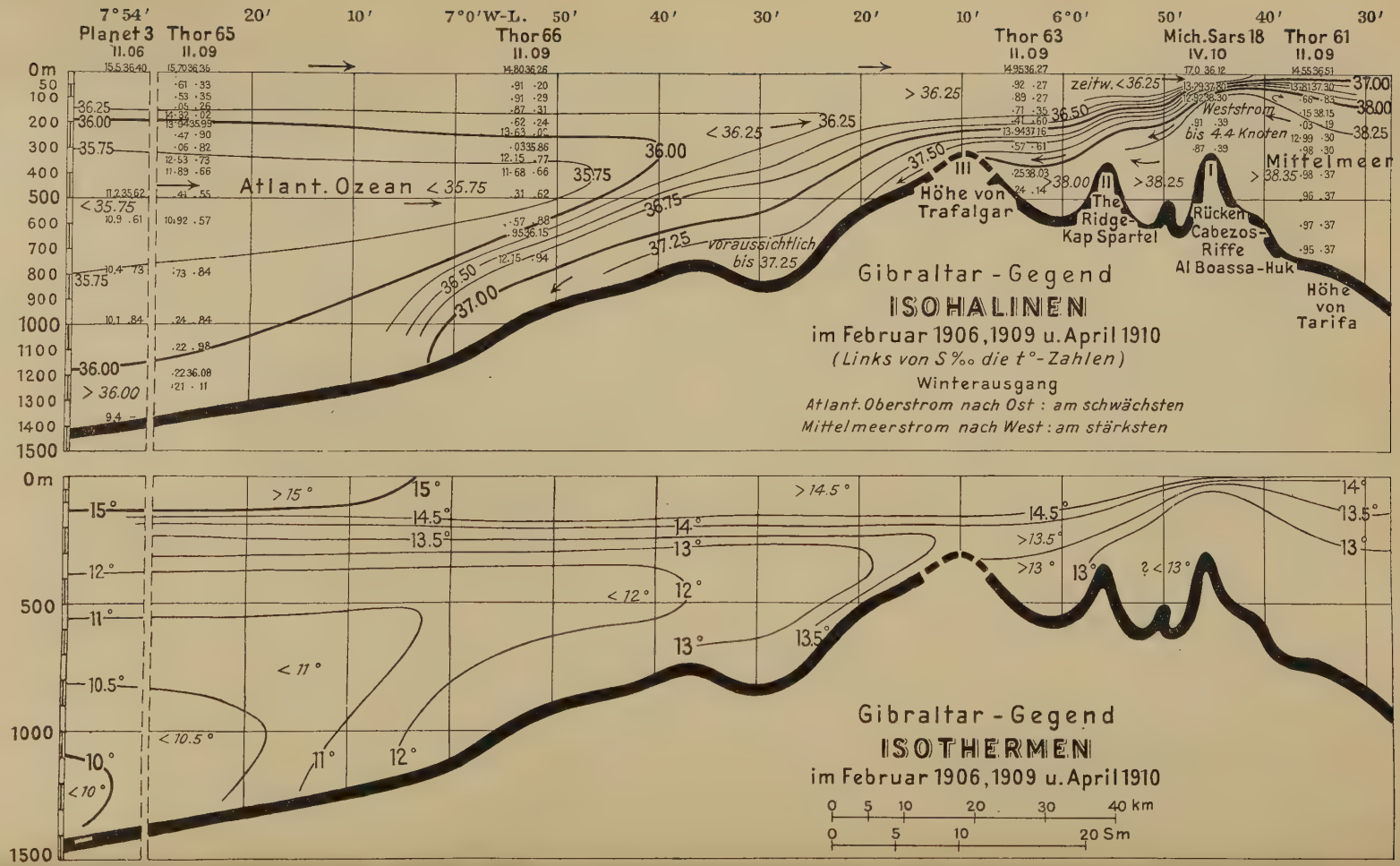

7°54'
20'
10'
7°0'W-L.
50'
40'
30'
20'
10'
6°0'
50'
40'
30'
Planet 3
11.06
Thor 65
11.09
Thor 66
11.09
Thor 63
11.09
Mich. Sars 18
IV.10
Thor 61
11.09
0m
50
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
Atlant. Ozean
< 35.75
> 36.25
< 36.25
zeitw. < 36.25
Weststrom
bis 4.4 Knoten
Mittelmeer
> 38.35
> 38.25
> 38.00
Höhe von Trafalgar
The Ridge-Kap Spartel
Rücken Cabezos-Riffe
Al Boassa-Huk
Höhe von Tarifa
voraussichtlich bis 37.25
Gibraltar - Gegend
ISOHALINEN
im Februar 1906, 1909 u. April 1910
(Links von S ‰ die t°-Zahlen)
Winterausgang
Atlant. Oberstrom nach Ost : am schwächsten
Mittelmeerstrom nach West : am stärksten
0m
500
1000
1500
> 15°
> 14.5°
> 13.5°
> 13°
< 12°
< 11°
< 10.5°
< 10°
? < 13°
Gibraltar - Gegend
ISOTHERMEN
im Februar 1906, 1909 u. April 1910
0 5 10 20 30 40 km
0 5 10 20 Sm

Fig. 5.

sets in a WSW-direction along the Marocco coast as far as Velez de Gomera, where it trends to the northward of Ceuta. This westerly counter current is experienced inshore all along the coast of Africa and the line of demarcation between the currents is marked by ripplings.« — Auf der Malagaseite ist, aus anderen Gründen, ebenfalls eine westliche [1]) Richtung des Oberflächenstromes vorhanden.

III. Die Tiefwasserschichten [2]).

1. Die W—O-Schnitte vom Mittelmeer zum Atlantischen Ozean.

Wir betrachten zunächst die 6 West—Ost-Profile, je 3 für Salzgehalt und Temperatur (Fig. 5 bis 7). Bei Erwägung der klimatischen Verhältnisse des ganzen Mittelmeeres und der meteorologischen Verhältnisse im Gibraltargebiet war von vorn herein die Wahrscheinlichkeit sehr starker jahreszeitlicher Veränderung der ozeanographischen Sachlage gegeben, ein Punkt, den R. DE BUEN anscheinend nicht in Rechnung gezogen hat. Ich gruppirte daher das ozeanographische Material nach 3 verschiedenen Jahreszeiten, für Ausgang des Winters (Februar mit 1 Station noch aus April), für die Übergangszeit (Mai bis Juni, auch 2 Stationen von Juli) und für Ausgang des Sommers (September); diese Zeitverschiebung erschien tunlich, weil die sommerliche Trocken- und Verdunstungsperiode immer Zeit braucht, bis ihre Wirkung im Wasser den Höchstgrad erreicht. Die Einteilung dürfte sich, wie der unterschiedliche Verlauf der Isohalinen und Isothermen in seinem Jahresgang zeigt, bewährt haben.

Es sind für die 6 Profile folgende Stationen der namhaft gemachten Forschungsschiffe benutzt worden; dabei beziehen sich die Nummern der obersten Reihe (1 bis 31) der Liste auf S. 150 auf die gleichen Nummern in unserer Tiefenkarte, Fig. 3, sodass die Orientirung hierdurch erleichtert wird. Die Stationen sind von West nach Ost (links nach rechts) geordnet.

---

[1]) Westlich, dh. nach Westen. Vergl. Fussnote S. 151.

[2]) Die wertvollsten, neuzeitlichen Daten hierüber haben die planmässig im Sommer und Winter angestellten Messungen der »Thor«-Expeditionen unter JOHS. SCHMIDT geliefert; die Hydrographie bearbeitete I. N. NIELSEN (Report on the Danish oceanograph.-expeditions 1908—10 to the Mediterranean, Vol. I. S. 77 ff. Copenhagen 1912). Auszug hieraus mit Profilen u. s. f. s. G. SCHOTT in den »Annalen der Hydrographie« 1915, Heft 1 und 2. Dazu kommt das Material von »Dana«, »Michael Sars« u. a. m.

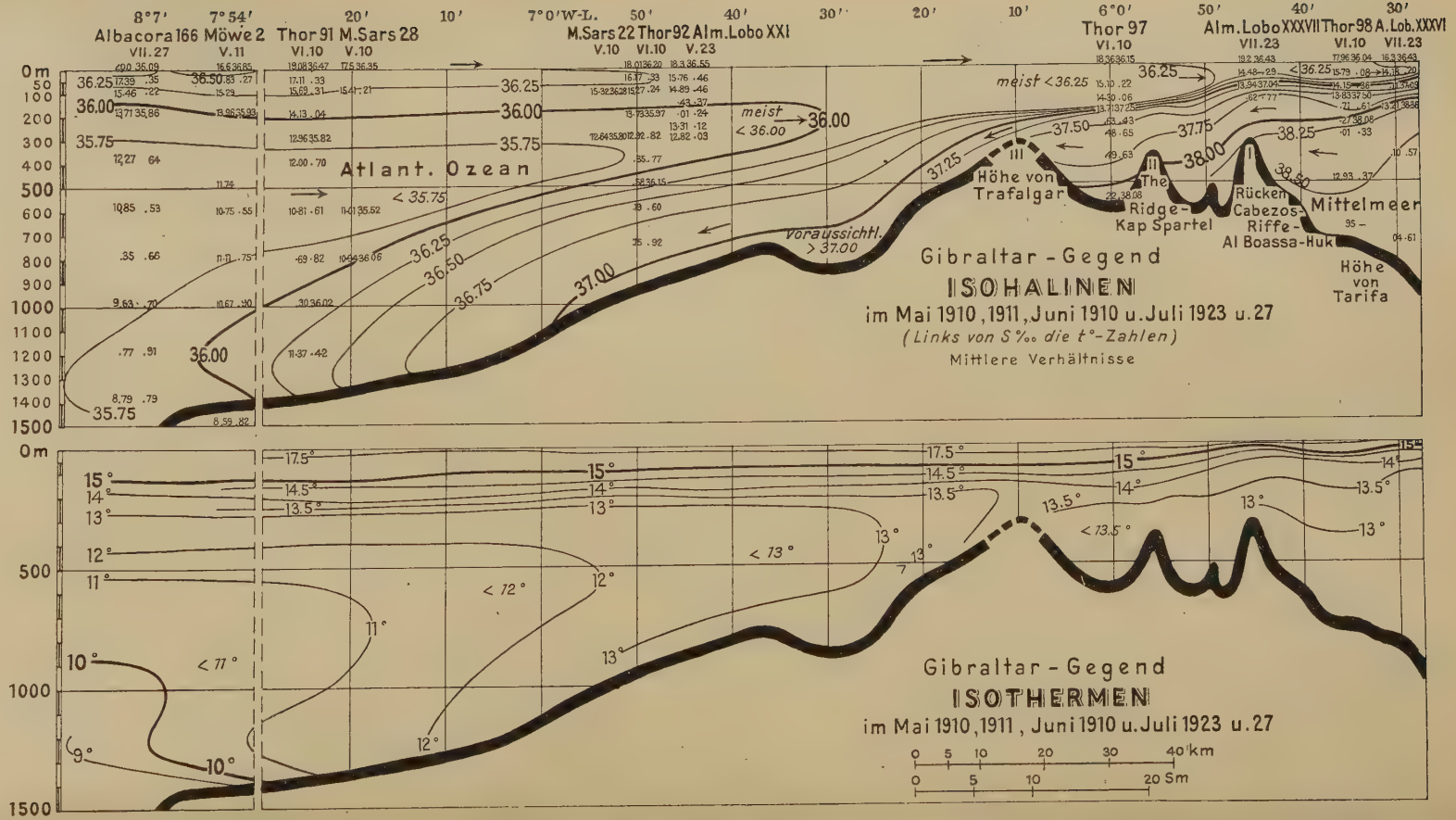

8°7'
7°54'
20'
10'
7°0'W-L.
50'
40'
30'
20'
10'
6°0'
50'
40'
30'
Albacora 166 VII.27
Möwe 2 V.11
Thor 91 VI.10
M.Sars 28 V.10
M.Sars 22 V.10
Thor 92 VI.10
Alm.Lobo XXI V.23
Thor 97 VI.10
Alm.Lobo XXXVII VI.10
Thor 98 VI.10
A.Lob.XXXVI VII.23
0m
50
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
Atlant. Ozean
< 35.75
meist < 36.25
meist < 36.00
36.25
36.00
35.75
36.50
37.00
37.25
37.50
37.75
38.00
38.25
38.50
Höhe von Trafalgar
Ridge-
Kap Spartel
Rücken
Cabezos-
Riffe-
Al Boassa-Huk
Mittelmeer
Höhe von Tarifa
voraussichtl. > 37.00
Gibraltar-Gegend
ISOHALINEN
im Mai 1910, 1911, Juni 1910 u. Juli 1923 u. 27
(Links von S‰ die t°-Zahlen)
Mittlere Verhältnisse
0m
500
1000
1500
17.5°
15°
14.5°
14°
13.5°
13°
12°
11°
10°
9°
< 13°
< 12°
< 11°
Gibraltar-Gegend
ISOTHERMEN
im Mai 1910, 1911, Juni 1910 u. Juli 1923 u. 27
0 5 10 20 30 40 km
0 5 10 20 Sm

Fig. 6.

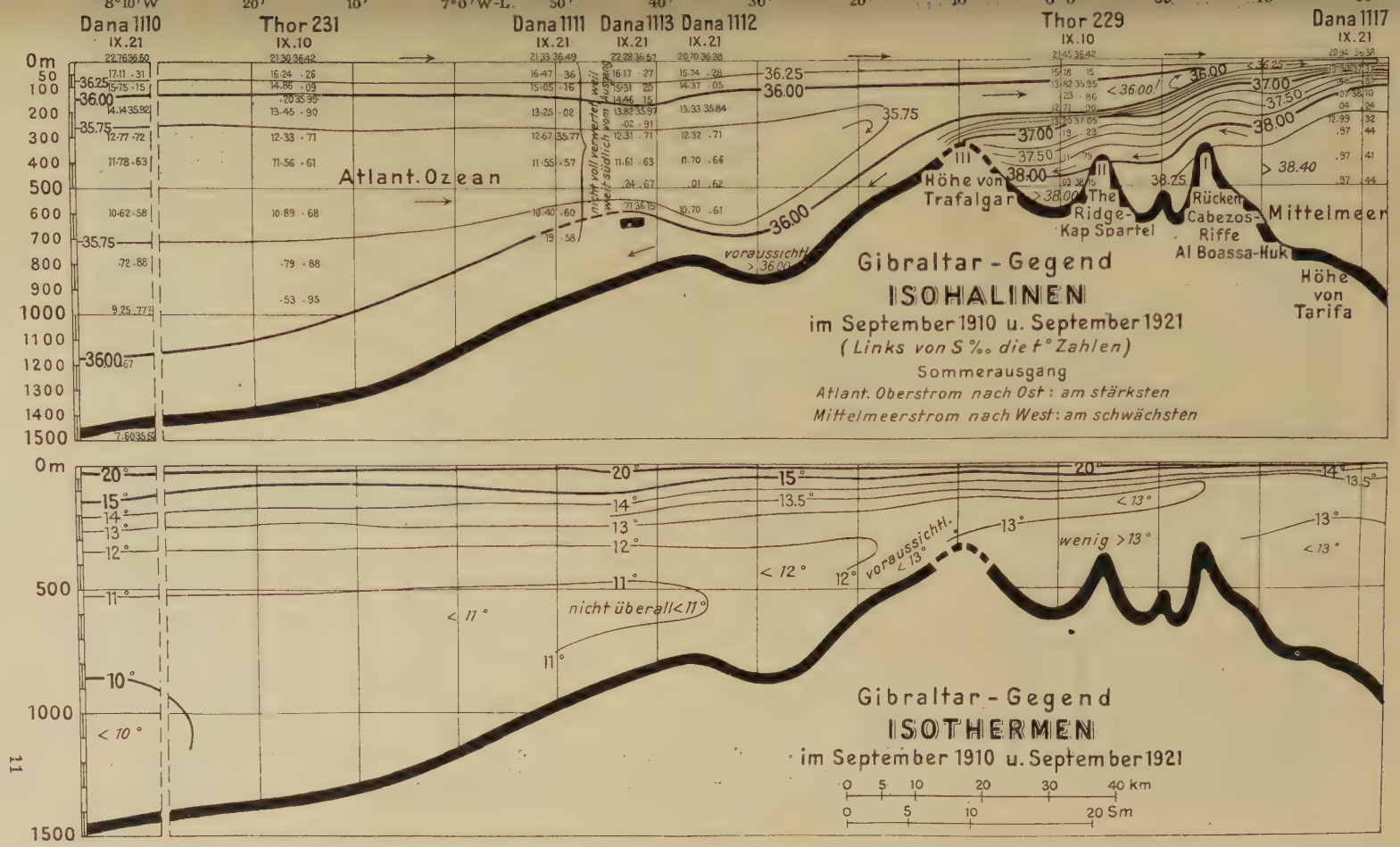

Dana 1110
IX.21
Thor 231
IX.10
Dana 1111
IX.21
Dana 1113
IX.21
Dana 1112
IX.21
Thor 229
IX.10
Dana 1117
IX.21
Atlant. Ozean
Höhe von Trafalgar
The Ridge-Kap Spartel
Rücken Cabezos-Riffe
Al Boassa-Huk
Mittelmeer
Höhe von Tarifa
Gibraltar-Gegend
ISOHALINEN
im September 1910 u. September 1921
(Links von S‰ die t° Zahlen)
Sommerausgang
Atlant. Oberstrom nach Ost: am stärksten
Mittelmeerstrom nach West: am schwächsten
Gibraltar-Gegend
ISOTHERMEN
im September 1910 u. September 1921
0 5 10 20 30 40 km
0 5 10 20 Sm

Fig. 7.

A. Winterausgang.

Nr. in Fig. 3.	4	6	13	20	26	27
Schiff . . .	Planet	Thor	Thor	Thor	Mich. Sars	Thor
Stat. Nr.	3	65	66	63	18	61
Zeit	II 1906	II 1909	II 1909	II 1909	IV 1910	II 1909

B. Übergangszeit.

Nr. in Fig. 3.	1a	2	3	5	7	8
Schiff . . .	Albacora	Mich. Sars	Möwe	Mich. Sars	Thor	Mich. Sars
Stat. Nr.	166	29	2	24	91	28
Zeit	VII 1927	V 1910	V 1911	V 1910	VI 1910	V 1910

Nr. in Fig. 3.	10	11	12	14	16
Schiff . . .	Mich. Sars	Mich. Sars	Mich. Sars	Thor	Alm. Lobo
Stat. Nr.	23	27	22	92	XXI
Zeit	V 1910	V 1910	V 1910	VI 1910	V 1923

Nr. in Fig. 3.	18	21	23	25	28	31
Schiff . . .	Mich. Sars	Thor	Thor	Alm. Lobo	Thor	Alm. Lobo
Stat. Nr.	21	95	97	XXXVII	98	XXXVI
Zeit	V 1910	VI 1910	VI 1910	VII 1923	VI 1910	VII 1923

C. Sommerausgang.

Nr. in Fig. 3.	1	9	15	17	19	22	24	29	30
Schiff . . .	Dana	Thor	Dana	Dana	Dana	Thor	Thor	Dana	Dana
Stat. Nr.	1110	231	1111	1113	1112	230	229	1117	1136
Zeit	IX 1921	IX 1910	IX 1921			IX 1910		IX/X 1921	

Die Daten für t° und $S^0/_{00}$ sind in den bekannten Reisewerken der Tiefsee-Expeditionen zu finden; sie sind ausserdem in dem jeweils oberen Profil angeschrieben. Die »Albacora«-Station 166 vom Juli 1927 findet sich im Bulletin hydrographique trimestriel der Internationalen Meeresforschung, Nr. 3 (Juli—Sept.) Kopenhagen 1927, sowie in Ramalho e Dentinho, condiçoes oceanograficas ao largo da costa de Portugal; Station de Biol. marit. de Lisbonne, Nr. 15. Lisboa 1928. Nicht veröffentlicht bisher sind lediglich die Werte der 6 »Dana«-Stationen, die ich, gleich R. de Buen, der Freundlichkeit von Johs. Schmidt in Kopen-

hagen verdanke, und die zahlenmässig am Schlusse dieser Arbeit abgedruckt sind, damit Jeder eine eigene Prüfung vornehmen kann.

Um ein Hauptergebnis vorweg zu nehmen: aus allen 6 Figuren, aus den 3 Isohalinen- und den 3 Isothermendiagrammen geht hervor, dass kein Zwang durch Beobachtungen besteht, diese Isolinien senkrecht an der Gibraltarschwelle enden zu lassen und damit dem Tiefenwasser des Mittelmeeres den Austritt nach Westen in den Ozean abzuschneiden. Gewiss haben insbesondere die Isohalinen in der Strasse, schon östlich der Barrièren, eine schräge Lage; genauer gesagt, sie schmiegen sich dem untermeerischen Relief an, und sie sind naturgemäss mit gleicher Neigung abwärts und westwärts fortzuführen zu den nächsten, draussen auf dem Schelf verfügbaren Stationswerten.

A. Winterausgang (Fig. 5).

In dieser Jahreszeit, der Regenzeit des Mittelmeergebietes, ist das Kompensationsbedürfnis für die Oberschicht im Mittelmeer am geringsten, der atlantische Oststrom[1]) relativ am schwächsten, besonders in der vertikalen Dimension. Dafür erreicht jetzt der Unterstrom nach Westen seine grösste Stärke; nahe der östlichsten Schwelle hat »Michael Sars« bis zu 4.4 Seemeilen/Stunde Strom nach Westen in der Tiefe von 270 m beobachtet. Die Neigung der Isolinien innerhalb der Strasse erreicht jetzt ihren höchsten Grad; die 38 $^0/_{00}$-Linie fällt auf 18 Seemeilen Entfernung von rund 75 m Tiefe (Rücken Cabezos Riffe — Al Boassa Huk) auf 350 m Tiefe (Trafalgar-Meridian). Wasser mit $>37.5\,^0/_{00}$ dürfte auf den Aussenschelf gelangen; noch unter 6°52′ W. (»Thor« Stat. 66) ist am Boden >37.0 zu erwarten, da in 700 m 36.94 gemessen ist, zugleich mit einer Temperaturzunahme von 11.31° (500 m) auf 12.15° in dieser Tiefe von 700 m!

Umgekehrt keilt das atlantische relativ salzarme Wasser allmählich nach Osten hin aus; das westlich von 7° W. L. durchschnittlich in 400—500 m liegende atlantische Salzminimum mit <35.75 rückt ostwärts höher, in der Gibraltarstrasse schliesslich bis an die Oberfläche mit nunmehr rund 36.25 $^0/_{00}$.

---

[1]) Wenn hier und im Folgenden einfach »Oststrom« für den nach Osten setzenden Strom, »Weststrom« für eine nach Westen gehende Bewegung gesagt wird, so entspricht dies der in der Schiffahrtswelt Deutschlands und zahlreicher anderer Länder, auch Englands, gebräuchlichen Bezeichnungsweise, unterscheidet sich aber von der Art der Benennung in manchen anderen (nordischen) Ländern und auch von der Kennzeichnung der Winde.

B. In der Übergangszeit (Fig. 6)

vom Frühling zum Sommer gewinnt offenbar der atlantische Oststrom der Oberfläche an Kraft, verliert der mittelmeerische Weststrom der Tiefe. Bei der Schwelle The Ridge—Kap Spartel, wo in 150 m Tiefe im Februar 36.35 war, ist jetzt in gleicher Tiefe 36.06 gemessen (atlantisches Wasser); ebenda lag die 38 $^0/_{00}$-Linie (Mittelmeerwasser) im Februar in etwa 380 m, jetzt ist sie erst in 500 m zu finden. Auf den Schelf hinaus gelangt das Mittelmeerwasser voraussichtlich nur mit etwas $>37.00^0/_{00}$. Die Temperaturinversion und Salzgehaltzunahme mit der Tiefe ist auf mehreren Stationen des Schelfgebietes ganz einwandfrei auch für diese Jahresperiode festgestellt, z. B. durch »Thor« Nr. 92 noch östlich von 7° W. L. in nur 50 Seemeilen Entfernung von der westlichen Schwelle.

C. Der Sommerausgang (Fig. 7)

zeigt in der bisher geschilderten Sachlage eine ausserordentlich starke Veränderung, nicht principiell, aber graduell. Zuerst fällt die veränderte Ausbreitung der 36.0-Isohaline auf, deren Bereich natürlich zum atlantischen Oststrom zu rechnen ist. Dieser Strom nach Osten verzeichnet jetzt, wo das vom trockenen heissen Sommer geschaffene Verdunstungsdefizit im Mittelmeer seinen Höhepunkt erreicht, das Maximum seiner Entwicklung. Ein Beweis dafür ist durch die 36.0-Isohaline gegeben; im Winter lag ihre Ostgrenze draussen auf dem Schelf etwa bei 6°40′ W. in 300 m Tiefe, jetzt zieht sie sich ganz in die Gibraltarstrasse herein bis 5°45′ W., bis zur innersten Schwelle. Und nicht bloss in der Horizontalen hat das atlantische Oberstromwasser mächtig zugenommen, auch in der Vertikalen: denn draussen auf dem Schelf blieb im Winter die 36-Linie einige Hundert Meter vom Boden entfernt, jetzt wird nur eben über dem Boden 36.15 $^0/_{00}$ erreicht, und auch nur nach der Nordseite hinüber, was uns noch beschäftigen wird.

Ebenso deutlich sprechen die Wassertemperaturen. Wir finden die erstaunliche Tatsache, dass am Sommerausgang das Tiefenwasser der Oberschicht nicht bloss salzärmer, sondern sogar kälter ist als am Winterausgang! Zum mindesten gilt das für die westliche Strecke, ostwärts bis zur Schwelle The Ridge—Kap Spartel; es ist der unwiderlegliche Beweis für die Intensitätssteigerung des atlantischen Oberstromes, dessen Wasser je weiter nach dem Ozean hinaus immer niedriger temperirt ist. Die nachstehende Tabelle zeigt die Unterschiede nach Zeit und Ort.

m.	Atlantischer Schelf. 6° 50′ W. L.			
	Februar		September	
	$t°$	$S‰$	$t°$	$S‰$
500	11.31	35.62	11.24	35.57
750	12.15	36.94	.71	36.15

m.	Westabhang der Hauptschwelle 6° 5′ W. L.				Mittelmeer 5° 40′ W.			
	Februar		September		Februar		September	
	$t°$	$S‰$	$t°$	$S‰$	$t°$	$S‰$	$t°$	$S‰$
100	14.89	36.27	13.82	35.95	12.92	37.80	13.48	36.08
200	.41	.60	12.71	.90	.91	38.30	.04	37.70
300	13.57	37.61	13.19	37.23	.87	.39	12.97	38.10

Der mittelmeerische Unterstrom ist jetzt im Hochsommer stark geschwächt; nur Wasser von eben $> 36\,‰$ dürfte über die westlichste Schwelle hinaus den Schelf erreichen, und, wie schon die »Dana«-Station 1113 hart an der Nordkante der 200 m-Linie in 36°10′ N. Br. 6°42′ W. L. vom September 1921 vermuten lässt, sich vielfach auf die Nordseite, die spanisch-portugiesische Flanke beschränken. Schlagend wird das auch noch durch das schöne neue, von Ramalho in Juli 1927 beigebrachte NNW—SSO-Profil von Lagos (Portugal) nach Casablanca (Marocco) bewiesen, das wir in Fig. 8 wiedergeben. Es ist, als ob in der Sommerperiode ein Festlandstrom austrocknet; das Mittelmeer hat jetzt für die Unterströmung nach Westen weniger Wasser übrig, und was vorhanden ist, lehnt sich ausserhalb der Meeresstrasse unter der Einwirkung der Erdumdrehung nach rechts, nach Norden an. Es mag vorkommen, dass in dieser Jahreszeit der Tiefenstrom zeitweise überhaupt aussetzt; aber man wird sich hüten müssen, diese Anschauung zu übertreiben. Denn die »Dana« hat am 4. Oktober 1921 — zweifellos noch im Sommerregime — unter dem Oberstrom nach Osten (0—200 m) von 225 m bis 300 m nahe dem Boden starken Abtrieb nach Westen beobachtet in 35°59′ N. 5°30′ W. (Stat. 1136), und es ist undenkbar, dass dieser starke Weststrom in der Tiefe bei Tarifa plötzlich in eine senkrechte Bahn nach oben gelenkt und dann gänzlich zurück gebogen wurde. Natürlich vermögen über das etwaige Vorhandensein oder Fehlen des Mittelmeerwassers im Atlantischen Ozean nur solche Tiefseeserien etwas auszusagen, die bis zum Boden durchgeführt sind; die Station XXI des »Almirante Lobo« (über 875 m Tiefe) gibt Material nur bis 300 m hinab. — Nielsen, der Bearbeiter der »Thor«-Beobachtungen, war anscheinend der Meinung (1912), dass mit einer Steigerung oder Schwächung des atlantischen Oberstromes eine Steigerung oder Schwächung des mittelmeerischen Unterstromes parallel gehe, gewissermassen in Reaktionswirkung.

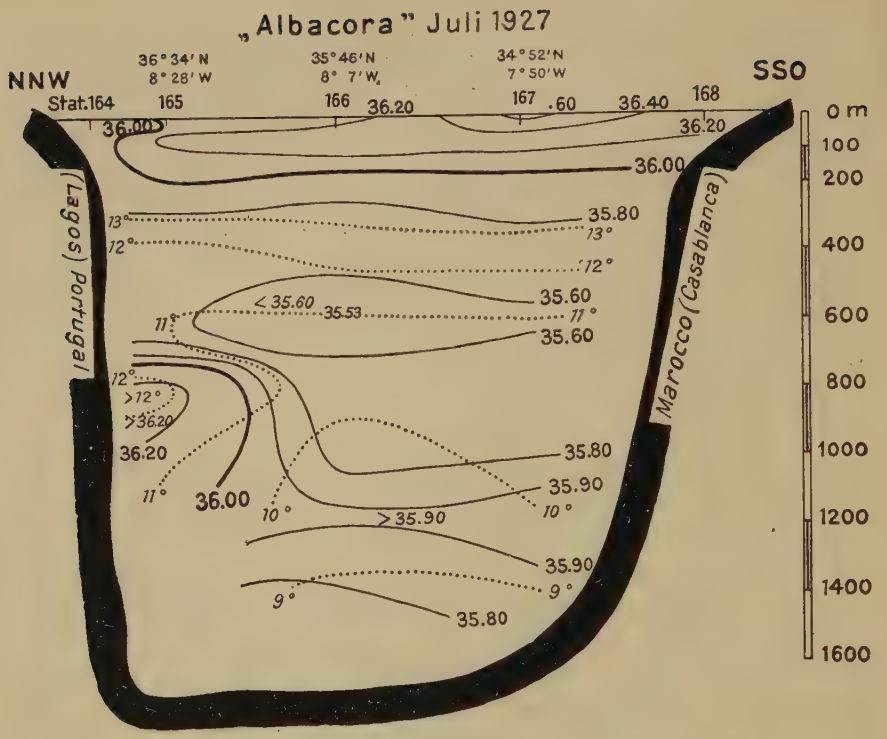


Fig. 8. Salzgehalt- und Temperaturschnitt nach Ramalho.

Helland-Hansen, der ungefähr gleichzeitig (1912) die Beobachtungen des »Michael Sars« diskutirte, vertritt dagegen die Ansicht, dass eine Steigerung des Oberstromes von einer gleichzeitigen Schwächung des Unterstromes begleitet sei, und umgekehrt. Das ist, wie die vorstehenden Darlegungen zeigen, auch meine durch das neue Material erhärtete Meinung.

In Summa: die unterseeischen Schwellen der Gibraltarstrasse bilden nicht, wie R. de Buen meint, eine Barrière für das Mittelmeerwasser; wohl aber sind erhebliche jahreszeitliche Unterschiede in der Stärke auch des Tiefenstromes nach Westen vorhanden. Die Isolinien schneiden an den Schwellen nicht senkrecht ab, sondern verlaufen in allgemeiner Schräglage, abwärts nach Westen zu geneigt und dem Bodenrelief gleichzeitig sich anpassend, weiter in den Ozean hinaus. Die Isolinien sind ausserdem — neben der Schräglage Ost-West —, in der Richtung Nord-Süd geneigt, worin sich die sehr zu beachtende Wirkung der Erddrehung offenbart.

Wünschenswert bleiben in Zukunft in erster Linie noch systematische Untersuchungen des mittelmeerischen Unterstromes eben ausserhalb

der Schwellen, wo eine Lücke von immerhin 50—60 km Entfernung bis zu den nächsten »atlantischen« Stationen klafft. Wie eine solche planmässige ozeanographische Aufnahme auf dem Schelf vielleicht anzulegen sei, das sei in Fig. 3 durch die gestrichelten, halbkreisförmig um die Punkte Trafalgar—Spartel gelegten Linien angedeutet. Keinerlei noch so spezielle Beobachtungen innerhalb der Schwellen können letzten Endes entscheidend für das Problem, das den Ausgangspunkt bildete, sein. Das Gewicht liegt hier auf dem Worte »entscheidend«. Denn im übrigen bieten natürlich auch die Vorgänge innerhalb der Schwellen, also nach dem Mittelmeer zu, bei genauem Studium sehr wichtige Anhaltspunkte für ein Erkennen der gesamten Sachlage.

2. Die Gesamtvorgänge östlich von den Gibraltar Schwellen

können wir, abgesehen von den schon gegebenen 3 Profilen (Fig. 5 bis 7), mit Vorteil uns durch 2 Blockdiagramme (Fig. 9) klar machen. Die rechts nebeneinander abgebildete Struktur einer Wassersäule im Winter und Sommer betrifft eine und dieselbe Position — da die Differenz von 5′ in Länge hier nichts ausmacht — inmitten des engsten Teiles der Strasse, und zwar im Südosten von Kap Tarifa über mehr als 700 m Tiefe; hier hat »Thor« an Stat. 61 im Februar 1909, »Dana« an Stat. 1117, 1136 und 1138 im September und Oktober 1921 gearbeitet. Links davon ist zum Vergleich die Struktur einer Wassersäule ebenfalls je für Winter und Sommer, aber dicht ausserhalb der westlichen Schwelle Trafalgar-Ridge-Kap Spartel dargestellt, nach »Thor« Stat. 63 im Februar 1909, nach »Thor« Stat. 229 im September 1910; auch hier darf die Position bei nur 5′ Längenunterschied als praktisch identisch betrachtet werden. Auf unserer Karte, Fig. 3, trägt das erstgenannte Stationspaar die Nummern 27 und 29, die zwei letztgenannten die Nummern 20 und 24, sodass man die geographische Lage leicht finden kann.

Bleiben wir zunächst bei der Figur rechts, der Position innerhalb der Strasse, wo »mittelmeerische« Verhältnisse vorliegen. Im Winter haben wir kein intermediäres Salzminimum; der Salzgehalt wächst ständig mit der Tiefe. Schon in rund 25 m haben wir das atlantische Wasser in starker Mischung ($> 37\ ‰$) mit Mittelmeerwasser, sowie von 120 m Tiefe ab reines Mittelmeerwasser ($> 38\ ‰$); zugleich beginnen die Tiefwasser nach Westen zu triften, erst schwach mit 1 Knoten oder 1 Seemeile in der Stunde, bis in 270 m von »Michael Sars« ein Maximalwert von 4.4 kn[1]) beobachtet wurde[2]). In der »Mischwasserzone« von

[1]) Kn = Abkürzung für Knoten oder Seemeilen pro Stunde.

[2]) S. oben S. 151.

25—120 m dürfte Bewegung nach Osten vorherrschen, in Übereinstimmung mit dem eigentlichen Oberflächenstrom, dessen Geschwindigkeit zu 2.3 Kn angegeben wird. — Das sommerliche Bild ist stark hiervon verschieden. Zunächst beachten wir ein meist vorhandenes intermediäres »atlantisches« Salzminimum mit $< 36.3\ ‰$ bei 25—50 m Tiefe, eins der deutlichsten Zeichen für eine bedeutende Geschwindigkeitsvermehrung der atlantischen Einströmung ostwärts; in der Tat werden jetzt bis 5 kn Versetzung im Oberflächenstrom gemeldet. Diese Oberstromrichtung erfasst jetzt nach der »Dana« Stat. 1136 alle Schichten bis reichlich 200 m Tiefe, d.h. einschliesslich der Mischwasserzone 37—38 ‰, ist somit um nahezu 100 m mächtiger als im Winter. Erst unterhalb 220 m beginnt mit dem 38 ‰-Wasser die Trift nach Westen, die im Winterbild schon bei etwa 120 m einsetzte. Das eindeutige Ergebnis

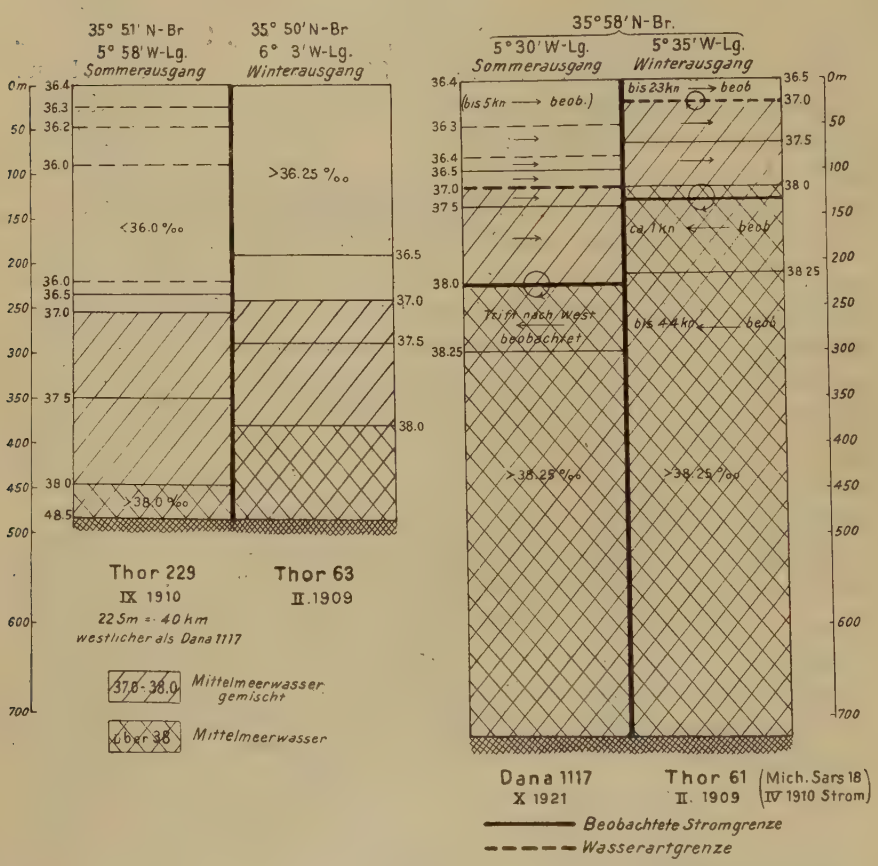


Fig. 9. Struktur einer Wassersäule ausserhalb und innerhalb der Gibraltarschwellen.

besteht also auch bei dieser Betrachtung in der uns schon bekannten Schwächung des Tiefenstromes während des Sommers zu Gunsten einer Stärkung des Oberstromes um rund 100 m. Vorhanden ist der Tiefenstrom nach Westen aber auch in der Sommerperiode.

Grundsätzlich gleiche Verhältnisse treffen wir eben westlich der Hauptschwelle unter rund 6° W. L. (linker Teil der Fig. 9), nur in erheblich tieferen Niveaus. Auch hier zeigt die Winterstruktur kein intermediäres Salzminimum, wohl aber die Sommerstruktur, und zwar mit 35.82 ‰ in 175 m Tiefe. Hier beträgt die Zunahme der Mächtigkeit des reinen atlantischen Wassers zum Sommer hin, die 37-Linie als Grenze angenommen, etwa 30 m (260 m gegen 235 m), die Zunahme der Mächtigkeit des Mischwassers (37—38 ‰) etwa 50 m: das sind im ganzen rund 80 m. Um diese 80 m wird der Tiefenstrom nach Westen hier geschwächt; die 38 ‰-Linie liegt in Sommer erst bei 450 m gegenüber 375 m im Winter. Nun fehlen hier draussen ausserhalb der Schwelle direkte Strombeobachtungen, wie wir sie für die Innenstation hatten, und es könnte im Hinblick auf die allgemeine Herabsetzung aller Salzwerte gleicher Niveaus geraten sein, den Tiefen- oder Weststrom schon bei 37.5 ‰ statt bei 38.0 beginnen zu lassen; auch dann erhalten wir aber eine Verkleinerung seines Bereiches vom Winter zum Sommer um 70 m, da 37.5 ‰ im Winter bei 280 m, im Sommer bei 350 m beobachtet ist.

Einerlei, wo die Stromgrenze selbst anzusetzen ist; die Grenze der verschiedenen Wasserarten schwankt im Verlaufe des Jahres sicher um 70—80 m eben westlich der Haupt-Schwelle, um reichlich 100 m östlich der Schwellen, und um die ähnlichen vertikalen Beträge wird auch die Stromgrenze im Verlaufe des Jahres schwanken; denn die vertikalen Änderungen der Wasserart-Grenze sind zweifellos eine Folge der entsprechenden Änderungen in den Strömungen.

Nun kommt Wasser von >37.0 ‰ im angrenzenden Atlantischen Ozean keinesfalls vor; folglich sind wir genötigt, mindestens bei der 37-Isohaline die Grenze zwischen »atlantischem« und »mittelmeerischem« Wasser anzusetzen, wie in unseren Blockdiagrammen (Fig. 9) geschehen ist. Wasser von 37—38 ‰ hat aber nach den Strommessungen in der Strasse selbst noch vorwiegend »atlantische« Richtung. Hieraus folgt schliesslich, dass Wasserartgrenze und Stromgrenze in der Gibraltarstrasse im allgemeinen nicht zusammenfallen, sondern mittelmeerisches Mischwasser vom Oberstrom nach Osten mit zurückgenommen wird. In soweit trifft R. DE BUEN's Vorstellung sicherlich zu; nur hat er diese Vorstellung in ausserordentlicher Weise gesteigert bis zur Vernichtung des westlichen Unterstromes überhaupt, was nach unserer Beweisführung unzulässig ist. Unsere Vor-

stellung von den Verhältnissen, schematisch skizzirt, möge ihren Ausdruck in den nachstehenden 2 Textfiguren 10 und 11 finden, zu denen weitere Erläuterungen nicht mehr nötig sind[1]). Diese Figuren erinnern durchaus an die Verhältnisse z. B. im Bosporus, wie sie neuerdings nach den

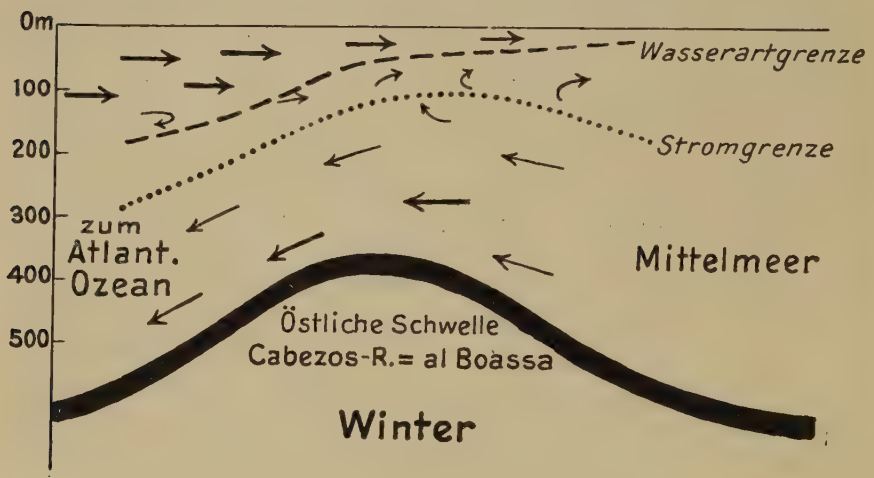


Fig. 10.

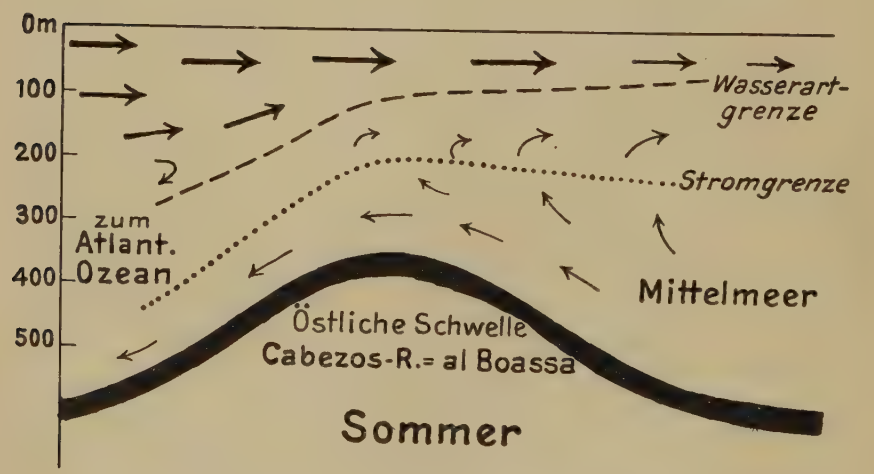


Fig. 11.

Fig. 10 und Fig. 11 zum Vergleich mit Fig. 1.

[1]) Die Tatsache, dass die Stromgrenze tiefer liegt als die Wasserartgrenze, stimmt übrigens auch mit dem theoretischen Ergebnis überein, das T. Nomitsu (Geophys. Institut der Universität Kyoto, Memoirs A, vol. X, 1927, p. 120) bei einer Untersuchung über die "Grenzfläche" in Dichteströmungen erhalten hat.

Beobachtungen von A. Merz im deutschen Segelhandbuch[1]) abgebildet und beschrieben sind. In der Gibraltarstrasse liegt die Stromgrenze tiefer als die Grenze der 2 Wasserarten, im Bosporus liegt sie nach Merz bald etwas höher, bald etwas tiefer als die Grenze der Wasserarten. Der Stromstrich oder die Linie maximaler Geschwindigkeit im Unterstrom liegt noch wieder tiefer als seine obere Grenze, wie »Michael Sars« feststellte; dasselbe haben wir im Bosporus. Endlich finden wir in unseren Figuren 10 und 11 eine unverkennbare Verbiegung der Stromgrenze in Anlehnung an das Bodenrelief, ein Heben und Senken; auch das ist im Bosporus festgestellt. Auf diesen Punkt kommen wir noch zurück (S. 169).

Als die vorstehenden Seiten schon niedergeschrieben waren, wurden noch die direkten Strommessungen von P. Idrac[2]) bekannt, der auf »Pourquoi-Pas?« im März (1927) südlich von Tarifa in 35°58′ N. 5°36′ W. bei 600 m Wassertiefe mit einem photographisch registrirenden Strommesser gearbeitet und den Gegenstrom aus dem Mittelmeer heraus zum Atlantischen Ozean unterhalb von 150 m wiederum (wie 1910 »Michael Sars« und 1921 »Dana«) festgestellt hat, zeitweise dabei grössere Geschwindigkeiten als im Oberstrom findend. In der Hauptsache hat Idrac folgendes ermittelt:

0 m	Strom	nach	NO¼O	1.4	kn	
100 -	—	—	NO¼O	0.8	-	
200 -	—	—	W¼N	1.1	-	
300 -	—	—	W¼N	1.2	-	
400 -	—	—	W¼N	0.9	-	
500 -	—	—	W¼N	0.5	-	

Hiermit dürfte diese Seite der Frage genügend geklärt sein.

3. Die besonderen Vorgänge in der Zwischenschicht

beanspruchen, wenn wir darunter die Vorgänge in der kritischen Zone zwischen der Grenze der Wasserarten und der Grenze der Strömungen, und zwar in dem Bereiche der eigentlichen Gibraltarstrasse, verstehen, ganz besonderes hydrodynamisches Interesse. Zwar ist auch nicht annähernd eine solche scharfe Sprungschicht in t^c und $S^0/_{00}$ vorhanden,

[1]) Marineleitung, Mittelmeer-Handbuch, V. Levante. S. 23. Berlin 1927. — Während der Korrektur erscheint die sehr ausführliche Arbeit von A. Merz und L. Möller, Hydrographische Untersuchungen in Bosporus und Dardanellen. Institut f. Meereskunde, Berlin 1928. Text und Atlas. Auf diese wichtige Abhandlung kann nur noch besonders verwiesen werden. G. Sch.

[2]) Enregistrement des courants sous-marins du détroit de Gibraltar. Comptes Rendus. Tome 186. No. 16 (16. Avril 1928), S. 1058—59. Paris.

wie sie kürzlich z. B. für eine Station des tropischen Atlantischen Ozeans A. Defant[1]) schilderte und die mit ihr verknüpften Wandlungen erörterte; das ist in der sehr schmalen Meeresgasse auch nicht zu erwarten. Alle Vorgänge vollziehen sich hier turbulent, in der horizontalen und vertikalen Richtung. Es lässt sich aber doch aus den handschriftlich überlassenen Arbeitsergebnissen der »Dana«, Stat. 1138 in 35°58′ N. 5°30′ W. L., wo dies Schiff eine Woche lang, insbesondere vom 8. bis 10. Oktober 1921 meist jede dritte Stunde, von der Oberfläche bis zum Boden beobachtete, Einiges in vorläufiger Fassung ableiten, ohne der endgültigen Darstellung durch die dänischen Forscher vorzugreifen, und auch ohne die Veröffentlichung des umfangreichen Urmateriales. Es können hier, um den Charakter der Serien zu kennzeichnen, die 12 Salzgehaltskurven vom 8. X. 21^h bis 10. X. 5^h abgebildet werden (Fig. 12), dazu noch gesondert die vom 4. X. 9^h (an derselben Stelle!), weil für sie die schon S. 153 erwähnten Stromrichtungsangaben in dem Bordprotokoll enthalten sind.

Das Charakteristische hierbei liegt in 3 Punkten:

a) Gemeinsam ist nur der Typus der Kurve, nämlich zu allen Stunden annähernd senkrechter Verlauf aller Kurven von 0—75 (100) m, mehr wagerechter Verlauf von 75 (100) m bis 175 (200) m, und wiederum ziemlich senkrechter Verlauf ab 200 m bis zum Boden: mit anderen Worten, in der Ober- und in der Unterschicht handelt es sich um annähernd homogenes Wasser, während in der Zwischen- oder Grenzschicht (75—175 m oder 100—200 m) das Wasser seine Beschaffenheit von Meter zu Meter schnell ändert.

b) In den absoluten Werten ist jede Kurve von der anderen verschieden; das ozeanographische Bild wechselt also von Stunde zu Stunde.

c) Bei diesem zeitlichen Ablauf variiren die Salzwerte relativ wenig in der Ober- und Unterschicht, sehr stark aber in der Grenz- oder Zwischenschicht von rund 75 (100)—175 (200) m. Das ist die Tatsache, die schon R. de Buen mit Recht als sehr beachtlich nach demselben Material der »Dana« herausgehoben und auch in Temperaturdiagrammen behandelt hat (S. 79 und 80 seiner Publikation). Das ist die Tatsache, auf die Johannes Schmidt noch von der Expedition aus (»Nature« 12. I. 1922 S. 45) in einem Briefe und Diagramm aufmerksam machte, und die wir hier zunächst durch eine Angabe der bei den 12 Serien in den Einzeltiefen beobachteten Maxima, Minima und Amplituden von t° und $S^0/_{00}$ vervollständigen wollen.

---

[1]) Kurzperiodische Schwankungen von Temperatur und Salzgehalt, s. Zeitschrift der Gesellsch. f. Erdkunde. Berlin 1927, S. 286 ff.

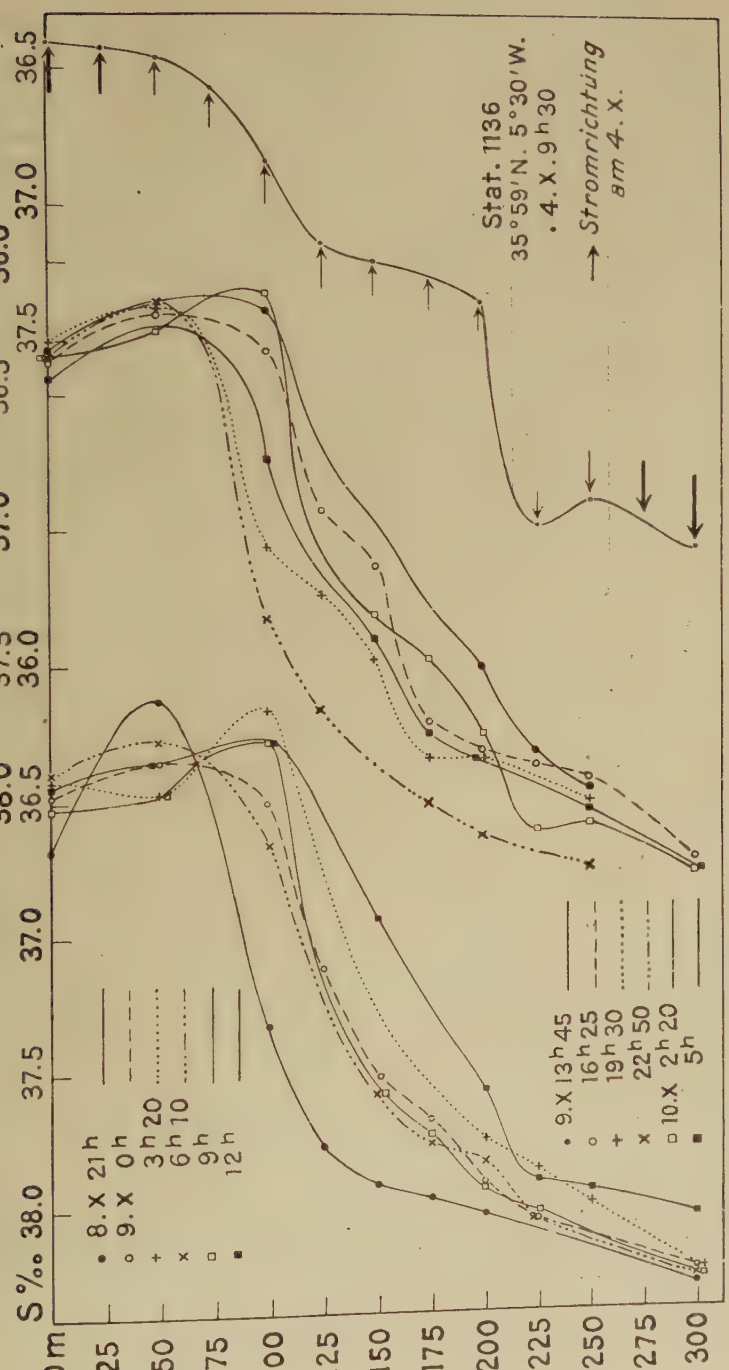


Fig. 12. Zustandskurven für die Ankerstation der „Dana“ Nr. 1138 und für Station 1136. Strasse von Gibraltar.

Die vom 8. bis 10. Oktober 1921 an Stat. 1138 beobachteten Einzelextreme.

»Dana« in 35°59′ N. Br. 5°30′ W. L.

m.	$t°$			$S‰$			m.
	max.	min.	Amplitude	max.	min.	Amplitude	
0	20.86	19.78	1.08	36.67	36.30	0.37	0
50	19.21	15.22	3.99[1])	36.47	36.13	0.34	50
100	16.56	14.11	2.45	37.34	36.11	1.23	100
125	14.63	13.60	1.03	37.78	36.92	0.86 (1.18)[2])	125
150	14.45	13.25	1.20	37.93	36.94	0.99	150
175	13.99	13.15	0.84	38.01	37.48	0.53 (0.74)[2])	175
200	13.91	13.14	0.77	38.14	37.50	0.64	200
225	13.47	13.07	0.40	38.11	37.81	0.30 (0.36)[2])	225
250	13.32	13.05	0.27	38.26	37.92	0.34	250
300	13.11	13.04	0.07	38.31	38.05	0.26	300

Auch hieraus lesen wir dasselbe Bild ab, nämlich bei 75—100 m Tiefe eine ziemlich scharf ausgeprägte obere Kante der Zwischenschicht, die man auch Sprungfläche oder Diskontinuitätsfläche nennen mag, sowie eine untere meist weniger gut ausgeprägte Kante bei 200 m Tiefe. Manchmal ist auch diese untere Sprungfläche vortrefflich ausgebildet, wie man aus der Salzkurve der Stat. 1136 vom 4. X. 1921 (Fig. 12) ersieht.

Wesentlich bleibt, dass in der Zwischenschicht, insbesondere an der Oberkante, die Variationen ihren Höchstbetrag erreichen, nach der Oberfläche und zum Boden hin also abnehmen oder ganz ausklingen. In dieser Tatsache haben wir nun kein »fait curieux« (R. de Buen S. 79) zu erblicken, sondern die regelrechte, dh. normale Naturerscheinung der internen Wellen an einer Diskontinuitätsfläche. Diese Unstetigkeitsfläche liegt in 75—100 m Tiefe. Aus den Salzkurven der Fig. 12 ist ohne weiteres zu entnehmen, dass senkrechte Verlagerungen um rund 70—80 m(!) für die Werte 37.0, 37.5 und 38.0 ‰ der Zwischenschicht eintreten. Um über die Natur

[1]) Wenn in der Temperatur das Maximum der Schwankung schon in 50 m beobachtet wurde, so hat dies seine Erklärung in den schnellen Schwankungen der atlantischen Oberströmung, die unter dem Einfluss der Winde und Neerströme steht, aber trotzdem homogenes Wasser führt, was die gleichbleibenden Amplituden für Salzgehalt in 0 und 50 m beweisen.

[2]) Diese drei aus dem Kurvenverlauf (Fig. 12) interpolirten eingeklammerten Werte sind vorzuziehen, da in den Einzelserien mehrfach Beobachtungslücken vorhanden sind.

dieser periodischen Oscillationen klar zu werden, wurde ein ähnlicher Weg beschritten, wie er von Helland-Hansen und F. Nansen[1]) 1926 und von A. Defant[2]) 1927 bei der Erörterung ähnlicher oder gleicher Vorgänge im offenen Atlantischen Ozean befolgt worden ist. Zunächst wurde die Beziehungskurve für t° und S‰, gültig für das Mischwasser der Zwischenzone 100—200 m, festgelegt (Fig. 13); es zeigte sich, dass für die Tiefen 125, 150, 175 und 200 m die Einzelwerte sich gut um eine Linie anordeu, dass aber bei 100 m nicht bloss eine starke Streuung einsetzt, sondern von 100 m ab nach oben zu mit der neuen Wasserart (»atlantisches« Wasser) eine neue Korrelation zwischen t° und S‰ Geltung erlangt, wie zu erwarten war. Ein Wertepaar (16.56° mit 36.28 ‰) musste deshalb für unsere Zwecke ausgeschieden werden und wurde durch 14.95° (nach Kurve) mit 36.28 ersetzt. Darauf wurden für die Gesamtschicht — nachdem ein Versuch mit Einzelniveaus erfolglos geblieben war — die mittlere Temperatur und der mittlere Salzgehalt der einzelnen Beobachtungszeiten berechnet. Bei der Bedeutung dieser Zahlen für die folgende Untersuchung seien sie (ausser in Fig. 14) hier auch tabellarisch niedergelegt.

Mittlere Temperatur und mittlerer Salzgehalt für die Wassersäule 100—200 m Tiefe. 8.—10. Oktober 1921.

»Dana« Nr. 1138 in 35°59′ N. Br. 5°30′ W. L.

Zeit	$t°$	S ‰	Zeit	$t°$	S ‰
8. X. 21h	13.47	37.81	9. X. 13h45m	14.65	36.80
9. X. 0h	14.23	.33	16h25m	.06	37.18
3h20m	.27	36.86	19h30m	13.84	.49
6h10m	13.96	37.36	22h50m	.50	.79
9h	.79	.60	10. X. 2h20m	14.09	.13
12h	14.39	36.93	5h	.02	.33

Von der plausiblen Annahme ausgehend, dass die »Dana« am 9. X. 1921 um 13h45m — wo in der Reihe die höchste Temperatur und der niedrigste Salzgehalt sich ergibt — einen Wendepunkt der Schwankungen genau oder nahezu genau erfasst hat, wurden freihändig für einen halbtägigen Gezeitenvorgang die Kurven dieser Mittelwerte von t° und S‰ gezeichnet, was nunmehr, trotz der rund dreistündigen Intervalle, leicht gelang (Fig. 14). Das figürliche Ergebnis ist offenbar

[1]) The Eastern North Atlantic, Oslo 1926. S. 16 ff.

[2]) S. oben S. 160 Fussnote.

ein viel übersichtlicheres als die Abbildung von R. de Buen (a. a. O. S 87 oder 80, wo eine der Unterschriften wohl unrichtig ist), lehrreicher auch als das Diagramm von Johs. Schmidt, das wir hier in Fig. 15 wiedergeben. Es überrascht die ausserordentliche Regelmässigkeit des Kurvenverlaufes sowie die grosse Ähnlichkeit mit dem von A. Defant (a. a. O. S. 297) an der Ankerstation 288 des »Meteor« im ganz freien tropischen Atlantischen Ozean für die t°-Werte erhaltenen Kurvenverlauf. Die einzelnen Schwingungsweiten sind wie dort verschieden, Salzkurve und Temperaturkurve haben wie dort in den Maxima und den Minima einen durchschnittlichen Zeitabstand von 12—13 Stunden, zwischen Maximum und Minimum von etwa 6—6.5 Stunden. Nach den berechneten Werten (Tabelle S. 163) schwanken die Extreme der mittleren Temperatur dieser 100 m-Schicht um 1.18° (14.65°—13.47°), die des mittleren Salzgehaltes um 1.01 ‰ (36.80—37.81 ‰); aus den freihändig gezogenen Kurven der Fig. 14 ergeben sich fast genau dieselben Amplituden, nämlich 1.25° für Temperatur, 1.04 ‰ für Salzgehalt.

Hierauf, als die Schwingungskurven von t° und S‰ der Wassersäule 100—200 m schon in der Fig. 14 festgelegt waren, folgte dann das zweite, vielleicht interessanteste Ergebnis. Es kam der Gedanke, die in der Beobachtungszeit der »Dana« gültigen Wasserstandsänderungen zu Gibraltar nach den Tide tables (London 1921) graphisch zu fixiren, was in der oberen Wellenlinie der Fig. 14 (in englischen Fuss) geschehen ist: und wir sehen, dass der Gezeitenvorgang der Oberfläche, soweit er sich im Hub abspielt, genau parallel[1]) zu dem soeben beschriebenen Wellenvorgang in der Unstetigkeitsschicht verläuft. Mit dem niedrigsten Wasserstand in Gibraltar fällt zeitlich genau das mittlere Minimum von S‰ und das mittlere Maximum von t° der Grenzschicht 100—200 m zusammen, d. h. das Minimum mittelmeerischen Wassercharakters, mit dem höchsten Wasserstand dagegen erreicht der mittelmeerische Wassercharakter der Grenzschicht seinen Höhepunkt. Schon dieser Befund spricht dafür, dass wir es mit der mittelmeerischen Gezeit zu tun haben, worüber nachher noch Weiteres folgt. Die Fig. 14 stellt den kaum zu übertreffenden Typus einer internen Welle dar, wie ihn zuerst wohl W. Ekman[2]) im Anschluss an einen Spezialfall, das Totwasser, behandelt hat. Das Zusammengehen von Oberflächenwelle und Tiefenwelle in der Gibraltarstrasse ist so eng,

[1]) Parallel! Denn die Beschriftung der Ordinatenseite ist willkürlich; sie könnte auch umgekehrt angesetzt werden.

[2]) F. Nansen: The Norweg. North Polar Exped. Scient. Res. Vol. V. No. 15. London 1906. S. 41 ff. Zur ganzen Frage vergl. auch O. Krümmel, Handb. d. Ozeanogr. II, S. 187 ff. Stuttgart 1911.

dass sogar ein sekundärer Faktor in der Tiefengezeit wiederkehrt, nämlich die Ungleichheit in der Flut- und Ebbedauer. Wenn wir unter »Flutdauer« im vorliegenden Fall den Zeitraum vom Niedrigwasser bis zum folgenden Hochwasser verstehen, unter »Ebbedauer« den Zeitraum von Hochwasser bis Niedrigwasser, so erhalten wir für die fraglichen Oktobertage 1921 im Mittel

	Gibraltarhafen Oberfläche	Gibraltarstrasse, Schicht in 100-200 m Tiefe
Flutdauer	7^h10^m	7^h40^m
Ebbedauer	5^h15^m	5^h10^m

Es sind im Einzelnen gewisse Unregelmässigkeiten in der Tiefentide vorhanden, aber das ist gegenüber einem Beobachtungsintervall von je 3 Stunden nicht anders zu erwarten. Erstaunlich ist vielmehr die recht genau mit der halbtägigen Tidenperiode von 12^h25^m zusammenfallende Gesamtdauer der Tiefenwelle, sodass die ganztägige Periode hier wohl kaum eine besondere Rolle noch spielt.

Im deutschen »Segelhandbuch für die Westküste Spaniens und Portugals«[1]) ist für die Mitte der Gibraltarstrasse tabellarisch angegeben, wann der Gezeitenstrom nach Osten, wann der nach Westen je nach dem Mondalter einsetzt. Wenn wir diese Angaben auf den 9. Okt. 1921 anwenden, ergibt sich, dass die Richtung des Gezeitenstromes genau mit Hoch- und Niedrigwasser gekentert haben muss; dies ist in Fig. 14 oben durch die kleinen Pfeile an der Wasserstandkurve kenntlich gemacht. Das Kentern bei diesen Wasserständen (statt bei Mittelwasser) ist das Kennzeichen für eine stehende Welle. Dieser Umstand in Verbindung mit dem, was über die Tiden des westlichen Mittelmeerbeckens bekannt ist[2]), wonach die Halbtagstide des westlichsten Teiles eine Periode von 12^h30^m besitzt bei Hubhöhen von < 1 m im westlichsten Winkel bei Gibraltar, die Erwägung endlich, dass die Vorgänge der Grenzschicht dem Salzgehalte nach zweifellos in einem Wasser von hauptsächlich mittelmeerischem Ursprunge sich abspielen, dies alles führt zu dem zwingenden Schluss, dass mittelmeerische Gezeiten in der Oberfläche und in der Tiefe hier vor uns stehen. Dies hat als Vermutung schon R. de Buen mit Recht ausgesprochen.

[1]) Reichs-Marine-Amt, II. Teil. Berlin 1913. S. 197.

[2]) Vergl. Aufsätze von R. von Sterneck, A. Defant u. a. z. B. in den »Annalen der Hydrographie« 1913, S. 196 und 561; 1916, S. 462.

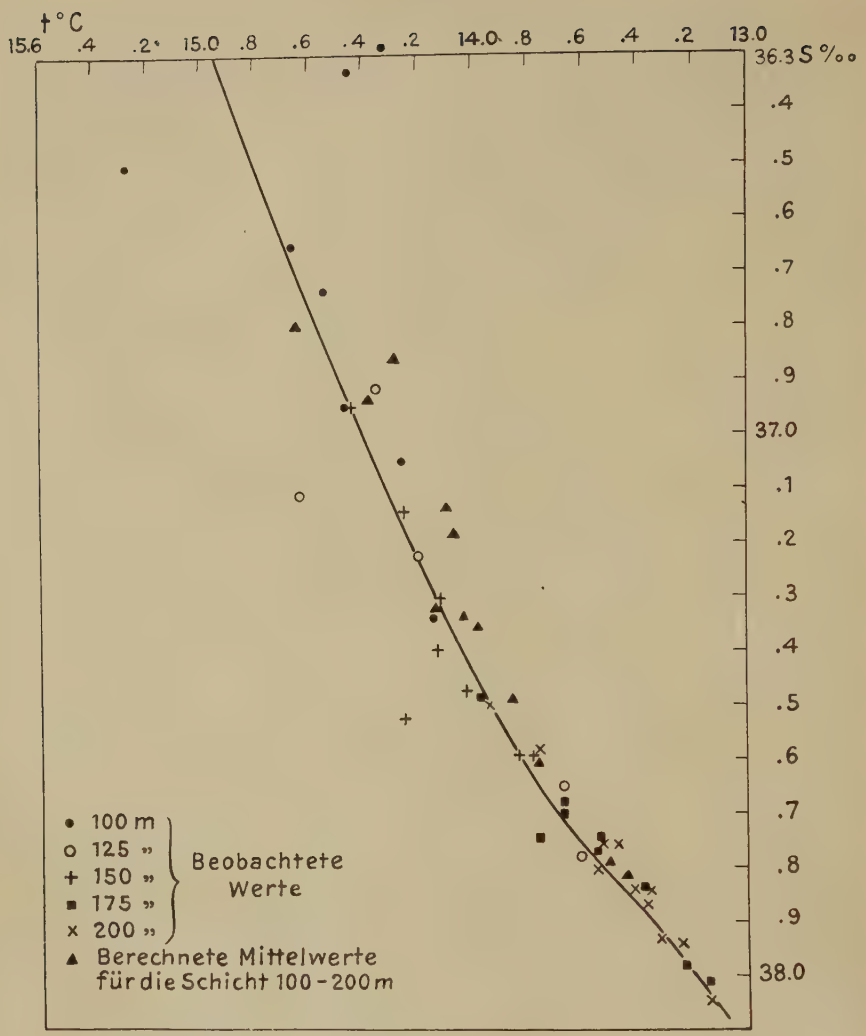


Fig. 13. Beziehungskurve zwischen $t°$ u. $S‰$ für 100 bis 200 m auf »Dana« Station 1138. 8.—10. X. 1921.

Beiläufig wurde oben (S. 162) erwähnt, dass Verlagerungen der Grenzschicht um 70—80 m in der Vertikalen anzunehmen seien. Man kann das aus den Zustandskurven der Fig. 12 ablesen; genauer wurde es derart untersucht, dass die zeitlich verschiedene Tiefenlage des Salz-Wertes 37.30 ‰ und des zugehörigen Temperatur-Wertes 14.12° graphisch aufgezeichnet wurde. Es ergab sich, wie zu erwarten, ein Spiegel-Bild der 2 Kurven von Fig. 14, und eine Schwankungsweite bei S‰ von 80 m, bei t° von 66—75 m (infolge des bei den Serien gelassenen

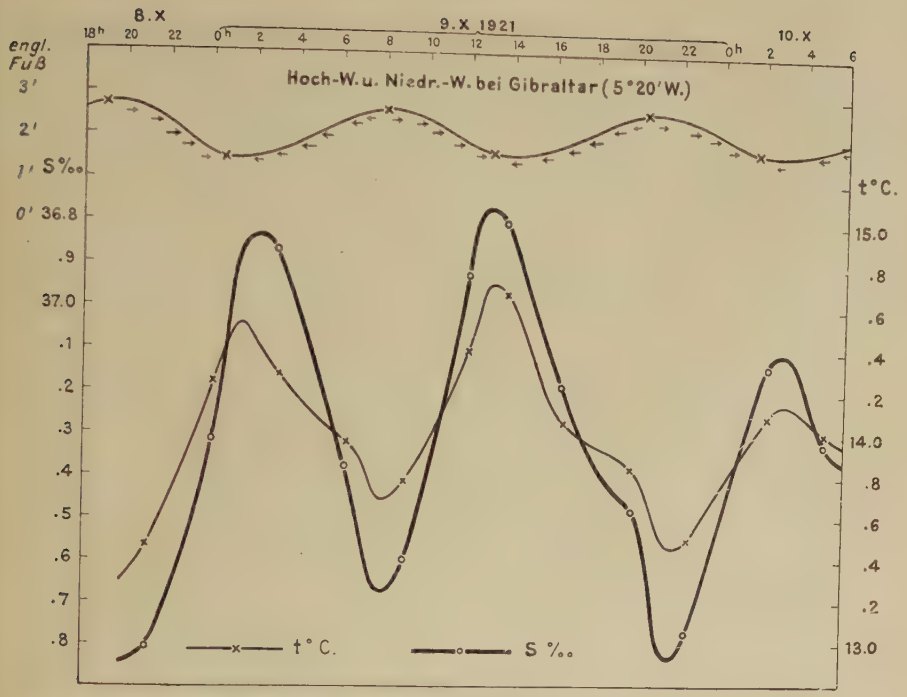


Fig. 14. Strasse von Gibraltar: Periodische Schwankung des mittleren Salzgehaltes und der mittleren Temperatur der Schicht 100—200 m (Interne Gezeitenwelle). Nach »Dana«, Stat. 1138, 5°30′ W.

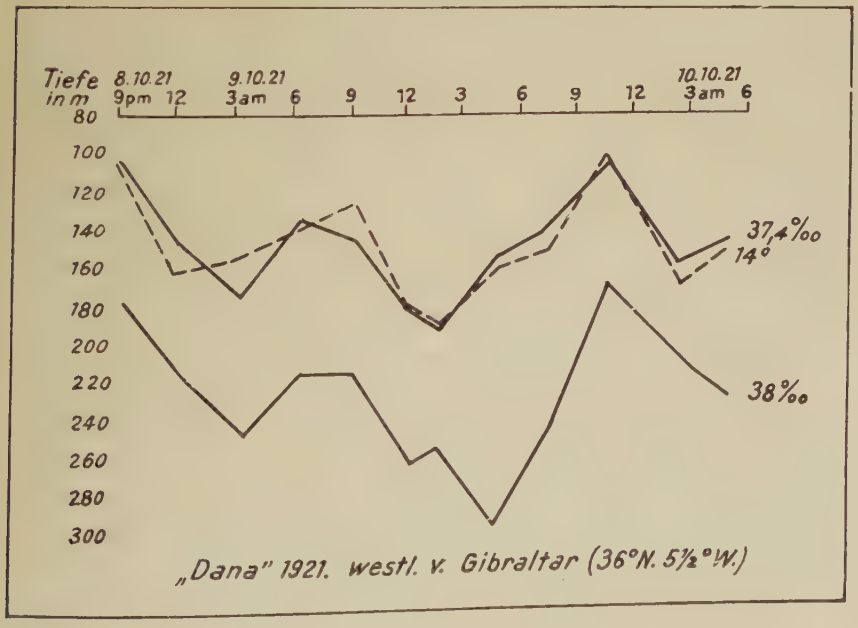


Fig. 15. Diagramm für denselben Vorgang und denselben Ort wie in Fig. 14, nach Johs. Schmidt.

Spielraums der Interpolation). Jedenfalls stehen wir vor der Tatsache, dass für die Gibraltarstrasse die Amplitude mit 70—80 m in der Grössenordnung gilt, eine hydrodynamisch lehrreiche Vorstellung, nachdem A. Defant (a. o. O. S. 296) für die Station des »Meteor« im freien Ozean 20 m berechnet hat. Nunmehr erst wird auch physikalisch verständlich die von R. de Buen mehrfach hervorgehobene Beobachtung, dass inmitten der Gibraltarstrasse die Oberflächentemperatur öfters niedriger war als östlich und auch westlich davon: verständlich, da die Verlagerungen ja von der 75—100 m Schicht hauptsächlich ausgehen.

Das Gesamtergebnis dieser Untersuchung der internen Wellen in der Gibraltarstrasse dürfte beachtlich mindestens nach 3 Richtungen sein. Wir können jetzt erstens schliessen — in Verbindung mit den sonst bekannten entsprechenden Vorgängen im freien Meere —, dass die internen Wellen überall, selbst in beengten Gewässern, da auftreten, wo Sprungschichten in Verbindung mit Gezeiten vorhanden sind. Wir können zweitens den Schluss ziehen, dass für die Schwingungsgrösse oder Schwingungsweite (vertikal in Meter) viel weniger der Grad der Ausbildung der Sprungschicht entscheidend ist, sondern vielmehr die räumliche Gestaltung des Meeresgebietes: ganz, wie wir dies von dem Tidenhub der Meeresoberfläche kennen.

Vertikale Oscillationen um 20, in unserem Falle gar um 70—80 m müssen drittens sich auch in biologischer Hinsicht bemerkbar machen; sie müssen z. B. bei Planktonfängen berücksichtigt werden. Man kann nicht erwarten, in stark geschichtetem Wasser aus einem einmal vertikal vorgenommenen Zuge mit dem Planktonnetz ein genügendes Bild von der Dichteverteilung der grösseren Planktonten zu erhalten, oder aus einer einzelnen centrifugirten Wasserprobe die Nannoplanktonmenge in allen Fällen richtig zu erhalten. In der Tat hat E. Hentschel, wie er mir mitteilt, bei den auf »Meteor« vielfach wiederholten ozeanographischen Reihen in analoger Weise das Plankton zentrifugirt und auch ähnliche Kurven der Menge des Nannoplanktons erhalten, wie die Ozeanographen Kurven für t° und $S^0/_{00}$.

Bemerkt sei endlich noch, dass bei diesen interessanten Oscillationen nach der Tidenperiode das Vorhandensein der permanenten Ober- und Unterströmungen, von denen in Abschnitt III. 1 und 2 die Rede war, nicht notwendig ist. Voraussetzung ist vielmehr nur das Vorhandensein einer Unstetigkeitsfläche und das Vorhandensein eines Gezeitenvorganges mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten in Oberfläche und Tiefe. Wenn die transportirenden Dichteausgleich-Strömungen auch Bedingung wären,

so könnte die Tiefentide nicht so regelmässig verlaufen wie sie tatsächlich ist; auch dürfen wir nicht vergessen, dass nach dem auf S. 156 u. 57 Gesagten die Zwischenschicht 100—200 m, um deren Auf und Ab es sich hier handelt, so gut wie ganz dem einem Strome, nämlich dem nach Osten gerichteten Strom am Sommerende zugehört. Das Übereinanderfliessen und Gegeneinanderfliessen der 2 permanenten Strömungen (des Oberstromes nach Osten, des Tiefenstromes nach Westen) wird an der Grenzfläche lediglich kurze (Helmholtz'sche) Wellen erregen, über deren Vorhandensein oder Fehlen hier in der Gibraltarstrasse aus dem verfügbaren Materiale nichts ausgesagt werden kann.

Dies im einzelnen klargelegte Beispiel einer Tiefentide lehrt auch wohl, dass schon 1909 Otto Pettersson[1]) (wenn auch manche Ozeanographen wie noch O. Krümmel a. a. O. II. S. 192 leidenschaftlich dagegen sich aussprachen) doch Recht hatte, als er damals schon ähnliche Vorgänge in der Grenzschicht des Tiefenwassers des Kattegats mit den Gezeiten in Verbindung brachte. Auch dort haben wir eben geschichtetes Wasser; in der Nordsee mit ihrem überwiegend homogenen Wasser fehlt solche Erscheinung.

Neben dem Hauptfaktor, der Gezeit, spielt nun höchstwahrscheinlich bei den senkrechten Oscillationen der Zwischenschicht in der eigentlichen Gibraltarstrasse noch ein weiterer Faktor eine Rolle, dessen Einfluss zahlenmässig sich freilich bisher nicht erfassen lässt: das Bodenrelief. An den 2 Kurven der Fig. 14 sind in der zeitlichen Schwingungsweite und im Ablauf selbst, z. B. beim Abfall vom Wellenberg zum Wellental, Unregelmässigkeiten vorhanden, die lokaler Natur sein werden. Es liegt nahe, einer von H. Thorade ausgesprochenen Vermutung zu folgen und in einer Analogie nach Vorgängen im Luftmeere den Einfluss der recht unregelmässigen Bodengestaltung, insbesondere der Schwellen in der Strasse von Gibraltar, dafür verantwortlich zu machen. Die »Dana«-Station 1138, wo das Schiff tagelang vor Anker lag, ist nur 25 km von der inneren Hauptschwelle Cabezos Riffe—Al Boassa-Huk entfernt. Aus A. Defants[2]) Laboratoriumsversuchen und Theorie folgt, dass, wenn in einer bewegten Flüssigkeit eine Unstetigkeitsfläche vorhanden ist, am Boden aber zugleich ein Hindernis im Wege liegt, schon von geringen Geschwindigkeiten ab an der Unstetigkeitsfläche starke vertikale Verbiegungen eintreten, und zwar vor dem Hindernis eine

[1]) Gezeitenähnliche Bewegungen des Tiefenwassers. Public. de Circonstance Nr. 47. Kopenhagen 1909. Vergl. auch N. Zeilon: The Seiches of Gullmar Fjord, in Svenska Hydrograf. Biol. Kommiss. Skrifter. Vol. V. p. 11 (Boundary seiches). Göteborg 1912.

[2]) Aufbau hoher Zyklonen und Antizyklonen. Sitzungsberichte Wiener Akademie, 132. Band. Abt. IIa (Jahrg. 1923). Wien 1924, S. 81 ff.

Fig. 16. Verbiegung der Diskontinuitätsfläche bei einem Bodenhindernis.

Hebung, hinter dem Hindernis eine Senkung (Fig. 16). In der Atmosphäre wirken als solche Bodenhindernisse quer vor eine durchgehende Luftströmung gelagerte hohe Gebirgsketten, wie z. B. das Felsengebirge in Nordamerika, aber auch an der Polarfront aequatorwärts hereingebrochene Kaltluftkörper; sie veranlassen eine Hebung der Grenzfläche von Stratosphäre und Troposphäre vor, eine Senkung nach dem Hindernis. Hier in der Gibraltarstrasse haben wir ebenfalls ein oder zwei Bodenhindernisse, haben wir auch eine Unstetigkeitsfläche in der Zwischenschicht. Schon aus den drei W—O-Profilen (Fig. 5—7) war ersichtlich, dass die Isohalinen und Isothermen dem Bodenrelief im der Strasse sich anpassen, im grossen Durchschnitt. Daneben wird insbesondere die Grenzfläche von Stunde zu Stunde — unabhängig von der Gezeit — Verbiegungen wechselnder Grösse erleiden, wechselnd, weil der Wirkungsgrad des Bodenhindernisses abhängig ist von der Stromgeschwindigkeit. Dass die Geschwindigkeit des Tiefenstromes ständig variirt, weiss man. Auch diese Verbiegungen werden für ein verankertes Schiff als senkrechte Auf- und Abwanderung bestimmter t° und $S^0/_{00}$ sich fühlbar machen und der internen (Gezeiten)-Welle sich auflagern. Wenn bei der Gezeitenwelle die Grenzfläche die Trägerin oder Ursache der Erscheinung war, so ist hier bei der Wirkung des Bodenreliefes die Grenzfläche passiv; die Verbiegung wird der Grenzfläche von unten her aufgezwungen, und zwar genügen schon kleinere Störungen am Boden der strömenden Flüssigkeit, um von einer bestimmten Geschwindigkeit ab grössere wellenförmige Verbiegungen der Grenzfläche hervorzurufen. Für eine Überschlagsberechnung der notwendigen Mindestgeschwindigkeit können wir Defants vereinfachte Formel (S. 87) benutzen

$$c = \sqrt{\left(1 - \frac{\varrho'}{\varrho}\right) \frac{ghh'}{h + h'}},$$

worin ϱ und h Dichte und Höhe der unteren, schwereren Flüssigkeit, ϱ' und h' die der oberen, leichteren Flüssigkeit bedeuten. In unserem Falle können wir am Ankerplatz der »Dana« (700 m Gesamttiefe), wenn wir die Grenzfläche in 100 m Tiefe verlegen, $h' = 100$, $h = 600$, $\varrho' = 1.02645$, $\varrho = 1.02890$ ansetzen und erhalten $c = 1.41$ m/sec. $= 2.7$ Kno-

ten. Diese Geschwindigkeit ist zweifellos im Boden- oder Unterstrom in vielen Fällen vorhanden; nicht immer, denn als Durchschnittswert wäre sie zu gross. Sie wird daher in Verbindung mit dem Bodenhindernis zeitlich vorübergehende, sonst unerklärliche Unregelmässigkeiten in der oben Fig. 14 abgebildeten »Gezeitenkurve« der senkrechten Schwankungen von t° und S‰ verursachen.

4. Zusammenfassung.

Zusammenfassend wäre für die ozeanographischen Vorgänge in der Tiefe der eigentlichen Gibraltarstrasse, also östlich von den Schwellen, Folgendes zu sagen:

1) Da zwei Wasserarten verschiedenen Ursprunges, verschiedener Beschaffenheit und verschiedener Bewegungsrichtung hier über einander lagern, sind in den Zwischentiefen von rund 100—200 m (Sommer) Sprungschichten oder Unstetigkeitsflächen vorhanden, an welche aus rein physikalischen Gründen interne kurze Wellen geknüpft sein müssen. Doch ist diese Art Wellen durch Beobachtung hier noch nicht belegt.

2) Die aus den Beobachtungen der »Dana« auf ihrer Ankerstation abgeleiteten internen langen Wellen sind von streng halbtägigem Gezeitencharakter; sie haben ebenfalls ihren Sitz in der Sprungschicht der Unstetigkeitsfläche, werden aber von der in der Meeresstrasse stark ausgeprägten Ebbe und Flut verursacht.

3) Neben dem überragenden Einfluss der Gezeiten auf die periodischen Verschiebungen der Grenzschicht kommt, aber nur nebensächlich[1]) und zeitweilig, zahlenmässig kaum erfassbar, ein Einfluss des Bodenreliefs für unperiodische Verbiegungen der Grenzschicht in Betracht.

4) Die Vorgänge können kaum als »Injectionen« von Wassermassen der grösseren Tiefen in solche geringerer Tiefe hinein bezeichnet werden, obwohl R. de Buen diesen Ausdruck gebraucht. Es handelt sich nicht um ein Hereindrängen oder ein Einfügen einer Wasserart in eine andere, sondern um periodische Auf- und Ab-Bewegungen der Grenzschichten, wobei die Wasserteilchen ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften nach oben mitnehmen und nach unten auch wieder mitnehmen, dh. beibehalten.

5) Keinesfalls haben diese periodischen Vorgänge — möge man sie

[1]) In den »Annalen der Hydrographie« 1928 S. 105, wo eine kurze vorläufige Mitteilung über die ozeanographischen Verhältnisse in der Gibraltarstrasse gegeben wurde, ist noch der Einfluss des Bodenreliefs höher eingeschätzt. Damals war das in der Fig. 14 S. 167 niedergelegte Ergebnis über die nahezu reine Tiefentide noch nicht vorhanden. Heute möchte ich, wenn eine zahlenmässige Abschätzung versucht werden sollte, sagen: etwa 95 % der aufgedeckten Schwankungen sind von der Gezeit diktirt, nur höchstens 5 % vom Bodenrelief. G. Sch.

interne Gezeitenwellen oder Injectionen nennen — ihren Ursprung am Boden[1]). Die Vorgänge haben vielmehr ihren Sitz und ihre Ursache in der Zwischenschicht mit ihren sprungartigen Unstetigkeiten (Satz 2); das Ausmass der periodischen Veränderungen nimmt von dieser Schicht aus nicht bloss nach oben hin, sondern auch nach dem Meeresboden hin ab.

Es darf endlich auf die ganz entsprechenden Wasserbewegungen am Südausgang des Roten Meeres in der grossen (westlichen) Perim-Strasse oder dem Bab el Mandeb hingewiesen werden. Wenn überhaupt in einem analogen Falle Beweiskraft für die Erscheinungen der Gibraltarenge gesucht werden soll, so gilt das hier. Auch das Rote Meer hat einen grossen Verdunstungsverlust (nach F. Vercelli[2]) sogar mindestens 3.5 m in Jahr!), einen abnorm hohen Salzgehalt, und ist vom Indischen Ozean durch eine Schwelle von nur etwa 150 m Maximaltiefe bei eigenen Tiefen von über 2000 m abgesperrt. Die neuen italienischen Beobachtungen[3]) und auch neue englische Messungen[4]) erweisen den Tiefenstrom aus dem Roten Meer mit $>39^0/_{00}$ ausserhalb Perim, mit 37.5 noch auf der Höhe von Aden am Boden und in Zwischentiefen unwiderleglich, da ja solche Salzgehalte im Indischen Gebiet sonst überhaupt nicht vorkommen. Auch im Bab el Mandeb treten starke jahreszeitliche Schwankungen im Verhältnis des Ober- und Unterstromes auf, auch sind die Sachlagen nicht so relativ einfach, wie O. Krümmel[5]) s. Zt. annahm; aber Niemand denkt daran und kann daran denken, den Unterstrom aus dem Roten Meere überhaupt zu streichen, so sehr der Kompensationsstrom der Oberschicht nach dem Roten Meere hin überwiegt.

In dem Anfang unserer Ausführungen (S. 143) war gesagt, dass von der Natur »in kunstvoller Weise« durch den rückkehrenden Tiefenstrom eine Anreicherung von Salz im Mittelmeer verhütet sei. Die wissenschaftliche Erklärung für den nach Westen gerichteten Tiefenstrom liegt natürlich in der von (Temperatur und) Salzgehalt beschafften höheren Dichte der mittelmeerischen Wassersäule gegenüber der geringeren Dichte der benachbarten atlantischen Wassersäule; der hieraus

---

[1]) Anders R. de Buen in Journal du Conseil, Vol. II. S. 273: »periodical injections, which, coming from the bottom, arrive to a greater or less extent at the surface«.

[2]) F. Vercelli: Ricerche di oceanografia fisica. part. 1. correnti e maree. (Camp. idrograf. scientif. nel mar rosso »Ammiraglio Magnaghi« (1923—24.) Annali Idrografici, Vol. XI. Istituto Idrograf. della Marina. Genova 1925. S. 178—183. part. 4, la temperature e la salinità. Ebenda. Genova 1927. S. 45.

[3]) F. Vercelli—D. Matthews in »Nature«, Nr. 3038. Vol. 121. S. 92. London 1928.

[4]) D. Matthews in »Nature«, Nr. 3023. Vol. 120. S. 512. London 1927.

[5]) O. Krümmel, Handb. d. Ozeanogr. II. S. 686—688. Stuttgart 1911.

folgende Überdruck im Mittelmeer ist die unmittelbare Bewegungsursache des Tiefenstromes in Reaktionswirkung grössten Massstabes, genau so, wie dies im kleinen z. B. für die Mündung des Götaelf von W. Ekman[1]) vor nahezu 30 Jahren mathematisch entwickelt wurde, übrigens noch früher auch schon von E. Witte[2]) behandelt wurde und in allen Lehrbüchern festen Platz hat. Das Vorhandensein der Bodenschwellen modificirt nur den Ausgleichsvorgang, ohne ihn zu hindern. In der Ekman'schen Arbeit (S. 499, Figur) ist auch schon die charakteristische Schräglage der Grenzfläche von leichtem und schwerem Wasser sowie die Tatsache abgeleitet, dass gewisse Mengen schweren Wassers in die Bewegungsrichtung des leichten Oberwassers mithinein geschleppt werden: genau so in der Gibraltarstrasse! Der Oberstrom nach Osten aber ist durch den Verdunstungsverlust und die dadurch bedingte Niveauerniedrigung veranlasst und also als Kompensationsstrom zu bezeichnen.

Beide Bewegungen, der Kompensationsstrom der Oberschicht, der Reaktionsstrom der Tiefenschicht, stehen in innerem Zusammenhang, und es ist an sich gleichgültig — was schon E. Witte a. a. O. ausgeführt hat —, welchen Strom man als den primären, welchen man als den sekundären bezeichnet. Da wir gesehen haben, dass der Tiefenstrom seine Geschwindigkeit z. B. mit der Zunahme der Geschwindigkeit in der Oberschicht nicht nur nicht steigert, sondern vermindert (S. 153/54), er also eine zu der des Oberstromes umgekehrte jährliche Periode der Geschwindigkeit aufweist, hat die Kompensationsbewegung offenbar den Vorrang vor der Reaktionsbewegung.

Man kann das Gesamtproblem der Wasserbewegungen im Gebiete der Gibraltarstrasse auch von einem hydrographisch-klimatologischen Standpunkte aus anfassen, was verschiedentlich unternommen ist[3]). Stationäre Verhältnisse zwischen Mittelmeer und Atlantischem Ozean können nur herrschen, wenn die Wassermengen des Oberstromes (O) plus denen der Festlandsflüsse (F) plus denen der Niederschläge (N) gleich sind den Wassermengen des Unterstromes (U) plus denen der Verdunstung (V), wenn also

$$O + F + N = U + V$$

ist. Dabei braucht man unter dem »Oberstrom« O nur den Oberflächen-

[1]) W. Ekman: Erklärung u. Berechnung des Stromverlaufes an Flussmündungen. Kon. Vetensk.-Akad. Förhandl. 1899. Nr. 5. Stockholm.

[2]) E. Witte: Über Meeresströmungen. Pless 1878; auch schon in Poggendorffs Annalen d. Physik u. Chemie, 142. Band. S. 281. Leipzig 1871.

[3]) Vergl. z. B. Nielsen im »Thor«-Werk (s. Fussnote S. 147), Schott (s. oben S. 147), Jessen (s. oben S. 143).

strom bei Gibraltar anzusetzen, kann aber auch den aus den Dardanellen mithinzunehmen; wesentliches wird dabei nicht geändert. Wir wollen diese Rechnungen, die zahlenmässig, je nach den Grundlagen, stets stark variiren, hier nicht wiederholen. Im Endergebnis kommen sie immer darauf hinaus, dass der Unterstrom etwa 90 % der vom Oberstrom in das Mittelmeer beförderten Wassermassen wieder in den Ozean westwärts hinaus befördert und befördern muss; es ist hier ganz gleichgültig, ob es 86 % oder 90 % oder 94 % sind. Das Vorhandensein einer sehr bedeutsamen Tiefenströmung in den Ozean hinaus als einer Kompensationsbewegung grossen Massstabes ist eben eine ozeanographische Notwendigkeit.

Um die Unterlagen der Profile (Fig. 5—7) vollauf prüfen zu können, folgen hier zum Schlusse noch die bisher nicht veröffentlichten Werte der 6 »Dana«-Stationen, die Johs. Schmidt zur Verfügung stellte (s. oben S. 150).

Tiefe in m	Station 1110 34°18 N 8°10′ W 15. 9. 21.		Station 1111 35°04′ N 6°50′ W 17. 9. 21.		Station 1112 35°52′ N 6°35′ W 17. 9. 21		Station 1113 36°10′ N 6°42′ W 17. 9. 21		Station 1117 35° 59′ N 5° 30′ W 21. 9. 21		Station 1136 35° 59′ N 5° 30′ W 4. 10. 21		Tiefe in m.
	$t°$ C	$S°/_{00}$	$t°$ C	$S°/_{00}$	$t°$ C	$S°/_{00}$	$t°$ C	$S°/_{00}$	$t°$ C	$S°/_{00}$	$t°$ C	$S°/_{00}$	
0	22.76	36.60	21.33	36.49	20.70	36.38	22.28	36.57	20.94	36.38	18.18	36.40	0
25	..	..	17.99	36.38	18.08	36.38	20.70	36.45	14.55	36.08	17.80	36.42	25
50	17.11	36.31	16.47	36.36	15.74	36.28	16.17	36.27	13.90	36.80	17.04	36.45	50
75	..	..	15.76	36.30	15.19	36.20	15.75	36.26	13.82	37.37	15.49	36.56	75
100	15.75	36.15	15.05	36.16	14.37	36.05	15.31	36.20	13.48	37.81	14.51	36.85	100
125	..	..	..	..	..	..	..	..	13.16	38.04	14.29	37.13	125
150	..	..	..	..	..	..	14.46	36.15	13.07	38.10	14.27	37.20	150
200	14.14	35.92	13.25	36.02	13.33	35.84	13.82	35.97	13.04	38.24	14.02	37.35	200
225	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	13.10	38.18	225
250	..	..	..	..	..	..	13.02	35.91	12.99	38.32	13.16	38.08	250
300	12.77	35.72	12.67	35.77	12.32	35.71	12,31	35.71	12.97	38.44	13.07	38.26	300
400	11.78	35.63	11.55	35.57	11.70	35.66	11.61	35.63	12.97	38.41	..	..	400
475	..	..	..	..	..	..	..	..	12.97	38.44	..	..	475
500	..	..	..	..	11.01	35.62	11.24	35.67	..	..	..	..	500
575	..	..	..	..	..	..	11.71	36.15	..	..	..	..	575
600	10.62	35.58	10.40	35.60	10.70	35.61	..	..	..	..	..	..	600
675	..	..	10.19	35.58	..	..	..	..	..	..	..	..	675
800	10.72	35.88	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	800
1000	9.25	35.77	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1000
1200	9.67	36.00	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1200
1500	7.60	35.62	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	1500

Inhalt.

	Seite
Einleitung	139—143
I. Die Tiefenverhältnisse im Bereich der Gibraltarstrasse	143—144
II. Die Strömungen der Oberfläche	144—147
III. Die Tiefwasserschichten	147—171
1. Die W—O-Schnitte vom Mittelmeer zum Atlantischen Ozean	147—155
A. Winter	151
B. Übergangszeit	152
C. Sommer	152—155
2. Die Gesamtvorgänge östlich von den Schwellen	155—159
3. Die besonderen Vorgänge in der Zwischenschicht	159—171
Die halbtägige Tiefentide daselbst	163—169
Die Einwirkung des Bodenreliefs	169—171
4. Zusammenfassung	171—174
Bab el Mandeb. Klimatische Betrachtung	172—174
»Dana«-Stationen	174

An Experiment dealing with the Interpretation of Salinity Distribution Charts.

By

J. R. Lumby and **J. N. Carruthers,** D. Sc.
Fisheries Laboratory, Lowestoft.

General.

In fishery investigations the general assumption has always been made that fish respond to their environment, and this assumption supplies one of the reasons for undertaking the study of hydrographical problems concurrently with biological work. The first problem with which hydrographers were required to deal was the differentiation of the various types of water inhabited by fish; this problem can be solved to a very large extent by making measurements of salinity and temperature. The methods for carrying out these two measurements were therefore early studied and brought to a high degree of accuracy and standardisation. Moreover as an item of marine research these are, in point of time consumption, gear and weather, two of the operations most readily carried out at sea. Consequently salinity and temperature observations have from the very first commonly furnished the groundwork for regional surveys of the hydrographic conditions.

Now whatever direct relationships have been or may ultimately be established between the fish and the physical and chemical characteristics of the water in which they live, it is clear that the hydrographer's work must not stop with the establishment of such relationships. Since the distribution of the different waters does not remain constant, it becomes necessary to understand the ways in which the water types change their relations with one another. This leads to the study of water movements. Such movements as are not directly attributable to tidal influence, are indeed of primary importance in fishery investigations.

In this way it came about that after the water masses had been classified through regional surveys, efforts were made to interpret the

distribution of these water masses in terms of movement. For instance, the knowledge that water usually flows from the English Channel into the North Sea sprang from an examination of the shapes of the isohalines, which exhibit a tongue of relatively salt water extending north-eastwards from Dover Straits. In a similar manner, Helland-Hansen and Nansen have sketched out the general circulation of the Norwegian Sea by studying the shapes of isohalines. In recent years quantitative methods have been developed which require such knowledge, for example, as that of salinity and temperature gradients in time and space, and of additional features such as amount of fresh water flowing off the land.

Other processes evolved for mathematical treatment of the data are founded on the dynamical principles formulated by Bjerknes, the application of which to marine work has been rendered possible by investigation of salinity and temperature as functions of specific volume, density, and other physical characteristics of the water.

Apart from these methods of studying water movements, based upon salinity and temperature observations, Ekman's work on wind-produced currents must not be overlooked.

The methods outlined above may be termed indirect methods. Direct studies have been made by considering the courses of drifting bodies and by using current meters; both of these types of apparatus have many forms in common use.

Our chief interests naturally lie in the conditions governing the circulation of the waters in the North Sea and (oceanographically speaking) other similar regions as opposed to the open Oceans, because it is in these marginal seas that the principal fisheries are prosecuted.

The problems arising from the calls for information on currents made by fishery biologists are both numerous and varied in extent. Hence in deciding what methods of investigation are to be employed, consideration must be given to a number of factors, namely, comparative facility of acquiring the necessary data, rapidity with which results can be obtained, adaptability in scope both in point of time and space, and also expense and other limitations attaching to marine work.

At the present time it may be said of the indirect methods that, even when they depend upon data which can be expeditiously collected, they are not entirely suited to the study of conditions in the North Sea, because in many cases the assumption is implicit that the current system is established. It must be possible to regard the current velocities as uniform and, in the main, these cases therefore deal with conditions extending over long periods. Other methods furnish only quantities relative to some datum, of which previous knowledge, not always avail-

able, is required. Moreover the complexity of conditions in the North Sea involves consideration of so many factors that, if we wish to attain to a useful degree of accuracy in our results, the mathematical processes become unduly laborious.

Direct methods, on the other hand, have a ready application to problems connected with conditions in marginal seas, and they have contributed in the past, and continue to contribute, in a very large degree to our knowledge of the water movements in the North Sea, notwithstanding disadvantages they suffer in restriction of scope.

We have therefore devoted especial attention to the work of Böhnecke[1]), who succeeded in obtaining information about the direction of the surface water movements in the North Sea from an examination of salinity distribution charts prepared from observations collected during the international quarterly cruises. Böhnecke's method involves deductive processes similar to those used by Helland-Hansen and Nansen in their study of the Norwegian Sea, and has for its requirements a sufficiency of simultaneous observations of salinity to permit the courses of the isohalines to be followed in a fairly large degree of detail. These requirements are comparatively easy to fulfill. The method, however, cannot at the present time bear the strictest scientific scrutiny, since the data are not subjected to mathematical analysis, and indeed the problems connected with its theoretical consideration appear to be formidable. Justification for it has therefore been sought rather on practical than on theoretical grounds, by reference to direct current measurements. Though the results obtained from a use of this method are largely a matter of personal judgement, yet, in the main, the method appears to be sufficiently self-evident to allow the deductions to be followed by others, thus ensuring that two separate investigators using the same data shall obtain comparable results.

Our experience tended to show that the distributions of salinity which were met with during cruises of the research ship (usually covering periods of a week to ten days) often exhibited marked similarities to those depicted by Böhnecke. The distributions found on these cruises, and certain features appearing in the series of observations taken from commercial ships on definite lines across the North Sea, were more readily explicable on the basis of the current systems elaborated by Böhnecke than on the basis of the simple circulation propounded by Fulton. In short, Böhneckf's conception of the water movements has seemed

---

[1]) "Salzgehalt und Strömungen der Nordsee". Veröff. des Insts. für Meereskunde. N. F., Reihe A. Heft 10. Berlin 1922.

able to provide a more rational interpretation of the diverse salinity distributions than any previous conceptions were able to do. This has arisen from the great attention to detail which Böhnecke has paid in producing his charts.

We therefore determined to proceed further on these lines by means of an experiment which would yield data fulfilling the requirements of the method more closely than Böhnecke's data fulfilled them. The observations from individual sets of quarterly cruises sometimes covered periods of about a month. It has also been objected that certain of the current measurements to which reference was made in testing the method were not entirely suitable, since they were made in abnormal circumstances.

Description of the Experiment.

The object was, as the foregoing remarks indicate, the acquisition of salinity observations, as nearly simultaneous as possible, and sufficient in number to enable the courses of isohalines, 0.1 $^{0}/_{00}$ apart, to be clearly followed. It was decided to make at the same time direct measurements of the residual currents at as many positions as time permitted. The region selected for investigation is situated in the south-western part of the North Sea and extends over some 30,000 square sea-miles. The period covered by the experiment was from 4th—11th July 1927. Three ships co-operated, namely, H.M.S. "Godetia", H.M.S. "Garry", and the Ministry's research ship "George Bligh"; the first two ships were concerned with salinity and temperature observation and the research ship with current measurements. For the collection of the sub-surface water samples insulating Water Bottles of the Copenhagen type were used, and for collecting surface samples under way, "Samplers" (of the type recently described in the Journal du Conseil) were employed. All the determinations of salinity were made by titration at the Government Laboratory. For the current measurements at each station two Drift Indicators were used simultaneously for periods of 24 hours 50 minutes at 20 metres depth.

Consistently with the exigencies of navigation lines of stations were arranged about 30 miles apart. On these lines samples were collected from 20 metres depth at 30 mile intervals and from the surface at 15 mile intervals. Thus a network of observations at 20 metres depth and 30 miles interval was obtained covering the region of investigation. Beginning with station 101 ($7^{h}00^{m}$, 4. VII. 1927) and ending with station 154 ($22^{h}00^{m}$ 10. VII. 1927), H.M.S. "Garry" made 42 stations on the

three northerly lines running about E.N.E. from the Durham and Yorkshire coasts and 12 stations on a line running south-westwards from rectangle J 9. H.M.S. "Godetia" traversed the 6 southerly lines beginning with station 1 (8^h30^m 5. VII. 1927) and ending with station 67 (6^h00^m, 11. VII. 1927).

The "George Bligh" occupied four positions A to D in the centre of the area (5^h00^m, 4. VII. 1927 to 6^h00^m, 8. VII. 1927).

The positions of the stations are shewn in Chart 1, together with the positions of other surface observations made from commercial ships and from the Smiths Knoll Light-Ship at about the time of the experiment.

All the salinity and temperature data will be published in the forthcoming Bulletin Hydrographique for the year 1927.

Preparation of the Charts.

The salinity observations were plotted on charts and isohalines drawn 0.1 $^0/_{00}$ apart to illustrate the distributions at 0 and 20 metres depth. (Charts 2 and 3.) The courses of the isohalines were determined by interpolation, which was carried out by joining various groups of stations, and taking their distances along the line as abscissae and the respective salinity values as ordinates.

The points so plotted were joined by a freehand curve from which the distances from stations to the intersections of the desired isohalines with the line joining the stations, could be read off. Sufficient points having been obtained the isohalines were drawn freehand on the charts.

The number of the observations was, in the main, sufficient to permit the isohalines to be drawn in this way without fear of significant error. In the eastern part of the region, however, their courses are somewhat uncertain owing to the apparently patchy nature of the water, and it is doubtful whether the isohalines of 34.3 $^0/_{00}$ at the surface and of 34.4 $^0/_{00}$ at 20 metres in rectangles H6 and J6, should represent, as they have been taken to do, continuous tongues of relatively low salinity water. Moreover the "Garry's" stations Nos. 144—147 were made later than those made in the same neighbourhood by the "Godetia" and in the intervening time considerable changes of salinity took place. The representation of these changes cannot well be accomplished on the charts and in order to avoid further complication the isohalines in this locality have been drawn with greater regard to the "Godetia's" observations than to the "Garry's". The dates of the "Garry's" more southerly stations (Nos. 148—154) approach more nearly to those of the "Godetia's"

stations adjacent to them and in consequence the differences in salinity are less. There is also a little uncertainty about the courses of the isohalines in the neighbourhood of "Smiths Knoll" Light-Ship.

As regards the surface observations, those from the Hull-Hanstholm line are in good accord with the distribution illustrated, but it is more difficult to reconcile certain of the observations from the Shields—Oslo line. For example, at the two positions near station 102 the salinities were 34.72 and 34.75 $^0/_{00}$ on 2. VII. and 9. VII. 1927 respectively. The remainder of the earlier series of observations (2. & 3. VII. 1927) accord with the distribution shewn in Chart 2, but by the time of the later series (9. & 10. VII. 1927) the salinity of the water between 1° E. and 4° E. Long. had fallen below 34.9 $^0/_{00}$. It is not noticeable that the difference in time between the "Garry's" most southerly and the "Godetia's" most northerly line has produced a significant distortion of the distributions represented. Moreover, considering the scale of the operations, differences in the state of tides are not likely to have led to serious errors. The chart of the surface salinity (Chart 2) has been introduced for comparison with the 20 metres chart. Comparison shews that, as regards the main features, the two charts bear a close resemblance to each other. It is therefore claimed that the salinity distribution given for 20 metres in Chart 3 fairly represents the conditions prevailing during the experiment.

Coming to Chart 4, the arrows indicate only the directions deduced for the water movements in existence at the time of the experiment. From the extension of the relatively salt water tongue south-westwards across the Dogger Bank, movements towards the south-west have been inferred. Their direction tends to become easterly as the Norfolk coast is approached. The tongue of lower salinity water stretching north-eastwards from the Norfolk coast has been taken to indicate a flow in that direction, which becomes northerly towards the German Bight. Salter water is considered as moving in a north-easterly direction from the Southern Bight. The three swirls which seem most clearly indicated by the isohalines for 20 metres depth are situated northwest, southwest and south of the Dogger Bank.

Current Measurements made as a part of the Experiment.

At each of the four positions A, B, C and D (see chart 1, p. 187) current measurements were made by means of Drift Indicators. These instruments give direct information about the movements of the water over and above the oscillatory tidal streams.

At each position two indicators were used simultaneously at 20 metres depth, each instrument working continuously for 24 hours 50 minutes. The results obtained are embodied in Table 1. It is seen that the water movements were very weak except in the case of station A. Even at this station the current at 20 metres depth was only about 1/20 knot, whilst at station C it was less than 1/100 knot.

Working from an iron ship current measuring instruments employing magnetic compasses cannot be used at shallow depths. Even from a wooden ship such instruments could not be used for surface measurements except in very calm weather, since the observations must be made at a depth sufficient to ensure that the instrument could not be overridden and damaged. For these reasons, and on account of the shallowness of the water in the area under investigation, the 20 metres level was chosen for these current measurements.

Table I.

Residual Current Measurements made from "George Bligh", July, 1927,

Station	A	B
Position	54°21′ N. 2°10′ E.	54°29′ N. 3°32′ E.
Period Worked from	5h00m 4. VII. 27	12h55m 5. VII. 27
Period Worked to	5h50m 5. VII. 27	13h45m 6. VII. 27
Predominant Tidal Streams	N.W.—S.E.	W. ×N.—E. ×S.
Residual Current, towards	1.2 miles/day S. 44° W. true	0.5 miles/day N. 24° W. true

Station	C	D
Position	53°35′ N. 4° 0′ E.	53°32′ N. 2°30′ E.
Period Worked from	20h38m 6. VII. 27	5h25m 8. VII. 27
Period Worked to	21h28m 7. VII. 27	6h15m 9. VII. 27
Predominant Tidal Streams	E.N.E.—W.S.W.	N.—S.
Residual Current, towards	0.2 miles/day N. 22° E. true	0.3 miles/day N. 48° W. true

Relevant Residual Current Measurements from Light-Ships.

Routine observations with Drift Indicators are maintained at the "Inner Dowsing" and "Varne" Light Ships. The currents measured at the "Varne" always reflect in a marked manner the movements of the surface water in the Southern North Sea at the time. Appropriate results are cited in Table II.

Table II.
Residual Current Measurements from Light-Ships over the Time of the Experiment.

Period	Residual Current at 6 fathoms depth			
	"Varne" 50°56′ N—1°17′ E		"Inner Dowsing" 53°20′ N—0°35′ E	
	Speed (Miles/day)	towards (true)	Speed (miles/day)	towards (true)
30th VI—1st VII 1927	..	..	1.5	N. 67° W.
1st—2nd — —	4.4	N. 54° E.	0.4	S. 25° W.
2nd—3rd — —	2.6	N. 19° E.	0.8	S. 14° W.
3rd—4th — —	5.6	N. 35° E.	1.7	N. 87° W.
4th—5th — —	6.0	N. 32° E.	1.5	N. 88° W.
5th—6th — —	3.3	N. 36° E.	0.3	S. 40° E.
6th—7th — —	1.9	N. 14° E.	0.8	N. 77° W.
7th—8th — —	..	..	*0.5	S. 36° E.
8th—9th — —	..	..		
9th—10th — —	1.9	N. 87° W.	0.3	S. 9° W.
10th—11th — —	1.8	N. 89° W.	*2.3	N. 73° W.
11th—12nd — —	0.6	N. 8° W.		
12nd—13th — —	8.9	N. 32° E.	*0.1	N. 18° E.
13rd—14th — —	3.1	N. 4° E.		

These observations refer to periods of one lunar day excepting those marked *, which refer to 2 lunar days.

Relevant Wind Data.

In Table III are given the representative winds at Spurn Head for individual days covering the period of the experiment. These figures are derived from data for Spurn Head (four observations a day) published in the M. O. Daily Weather Reports.

Table III.
Daily Representative Winds at Spurn Head.

Date	Strength (miles/ hour)	from (true)	Date	Strength (miles/ hour)	from (true)
2. VII 1927	20.5	N. 22° W.	9. VII 1927	24.8	N. 7° W.
3. — —	10.3	S. 14° E.	10. — —	21.8	N. 22° W.
4. — —	18.4	S. 33° E.	11. — —	14.3	due N.
5. — —	12.3	S. 56° E.	12. — —	10.0	N. 50° E.
6. — —	14.5	S. 60° E.	13 — —	8.3	N. 78° E.
7. — —	3.3	S. 2° W.	14. — —	6.8	N. 26° E.
8. — —	8.8	N. 54° E.	..	..	..

Representative value for week ending 9. VII. 27:— 5.9 miles/hour, S 72° E (true).

Table IV gives the representative winds at Gorleston for weekly intervals. These figures are derived from data published in the M. O. Weekly Weather Reports.

Table IV. Weekly Representative Winds at Gorleston.

Week ending:—	25. VI. 27	2. VII. 27	9. VII. 27	16. VII. 27
Strength (miles/hour)	10.7	3.1	4.1	10.3
from (true).....	S. 64° W.	S. 21° W.	S. 48° E.	N. 13° E.

Movements of Drift Bottles put out from "George Bligh".

At each of the four stations A, B, C and D twelve surface floating drift bottles were put out, six of the ordinary soda-water type and six of a type designed to indicate the movement in the upper three feet of water. The latter were made up from ballasted pint bottles from which were hung by means of lengths of wire, metal drags operating as sea anchors. As the bottles were put overboard it was observed that when wind and tide were opposite in direction, the drag type of bottle moved to windward more readily than the ordinary type; when wind and tide were in the same direction, the common type out-distanced the drag type.

The journeys made by the bottles recovered give information as to the departure currents from the four stations. Ordinary surface bottles from station A have been returned from the north coast of Jutland, after a time interval of some ninety days. Assuming a path convex towards the south-east, a surface water movement of not less than 4 miles/day is implied. From station B only one recovery has been notified. This refers to a drag bottle which was recovered on the Norwegian coast to the north of Christianssund, after having travelled more than 625 miles in 178 days. The average speed was probably not less than 4 miles/day. From station C ordinary surface bottles were recovered on the Jutland coast around Limfjord after a time out of about 50 days. Again an average speed of not less than 4 miles/day is implied. Two of the drag bottles put out at station C were recovered; one had stranded on the Swedish coast near Strömstad, and the other on the Norwegian coast south of Christianssund. The former travelled at over 5 miles/day and the latter at a slightly lower speed. From station D ordinary surface bottles were recovered from Nymindegab and Skagen on the Jutland coast and from near Strömstad on the Swedish coast. The average speed was about $3^1/_2$ miles/day. One drag bottle from this station (D) had stranded near Christianssund after travelling at about 3 miles/day.

Conclusion.

The main object of the present paper has been to make a preliminary examination of the degree of correspondence between the direction of the water movements as deduced from the trend of the isohalines and that determined from actual current measurements at the same depth. At present comparison is possible only for the 20 metres level. Detailed hydrodynamical treatment of the data must be postponed until further investigations have been undertaken to provide additional support for the method and to establish it, if possible, on a more quantitative basis. It is also advisable that similar comparisons between observed and deduced currents should be possible for more than one level. Owing to the shallow nature of the Southern North Sea the surface and 20 metres levels appear to be most suitable. As has been mentioned, surface measurements cannot be satisfactorily made with current meters in the open sea. It is therefore intended to employ for this purpose a special type of drift bottle which, after floating for a definite time, will sink and anchor itself, to be subsequently taken in a trawl.

For convenience, the currents actually measured have been indicated on Chart 4. Having due regard to the lack of simultaneity between making the current measurements and taking the salinity samples in the areas concerned, and remembering that the deduced current system depicted is meant to refer to the whole period covered by the cruises, it is evident that the current measurements fit into the picture in a striking manner. The fit is best for stations A and B. The correspondence at station C is less close, but reference to the surface salinity chart (Nr. 2) shews that the movements which would be deduced for the surface water, are here more easterly in direction, and therefore accord better with the direction observed at the 20 metres level. As regards station D, it is known that the water to the west of the station was definitely streaming southwards at the time the measurements were made. That this was the case is shewn by the measurements at the "Inner Dowsing" (Table II) and has also been deduced from the salinity distribution at 20 metres (Charts 2 and 3). The significance of the current measurement at station D lies in its indication that in this locality the water coming from the north was turned back.

The current system deduced for the region south of Lat. 53°30′ N. is in almost exact correspondence with the known movements of the bottom water in the Southern North Sea in summer[1]). The drift bottle

[1]) J. N. Carruthers: "The Water Movements in the Southern North Sea". Part II. The Bottom Currents. Fish. Invest. Ser. II. Vol. IX, No. 3, 1926.

results and the "Varne" current measurements are valuable in the present connection as shewing the absence of important unusual features, as, for example, a complete reversal of the currents in the Southern North Sea.

It is justifiable to conclude therefore that, on this occasion, the general direction of water movement has been inferred from salinity distribution with a fair degree of accuracy.

The unprecedented scale of sampling which has formed the basis for this paper was rendered possible by the courteous co-operation of the Naval authorities. We desire to express our thanks to the Captain A. P. for permitting the participation of the two Fishery Patrol vessels; to Commander P. W. S. King D.S.O., R.N., and Lieutenant C. J. Wynne-Edwards R.N. (H.M.S. "Godetia"); and to Lieutenant-Commander R. K. C. Pope D. S. O., R. N. (H.M.S. "Garry"). Mr. C. F. Hickling of the Ministry's staff kindly supervised the sampling from H.M.S. "Garry".

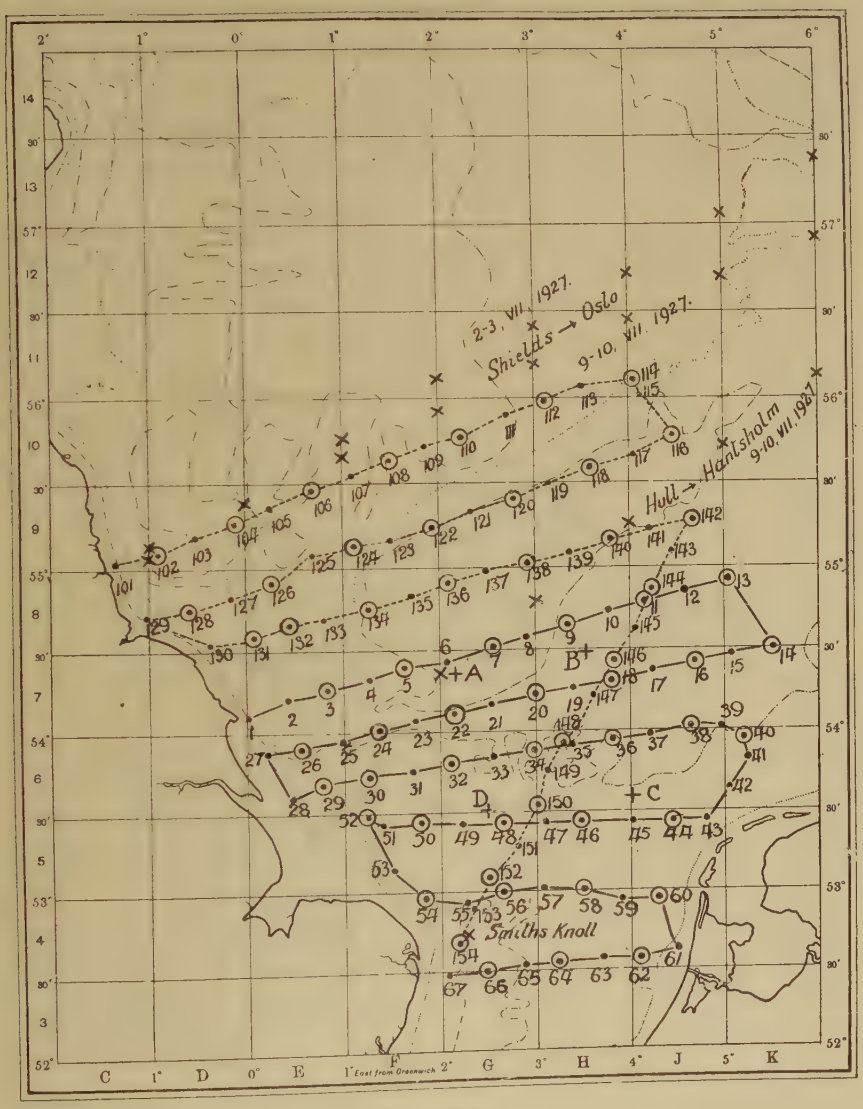


Chart 1.

The Positions of the Stations in the Experiment July, 1927.

●——⊙ track of H.M.S. G"odetia".

●·····⊙ — - — "Garry".

● observation of Salinity and Temperature at 0 metres.

⊙ — - — - — - 0 and 20 metres.

\+ positions of current measurements from "George Bligh".

× positions of surface samples from commercial ships and Smith's Knoll Lightship.

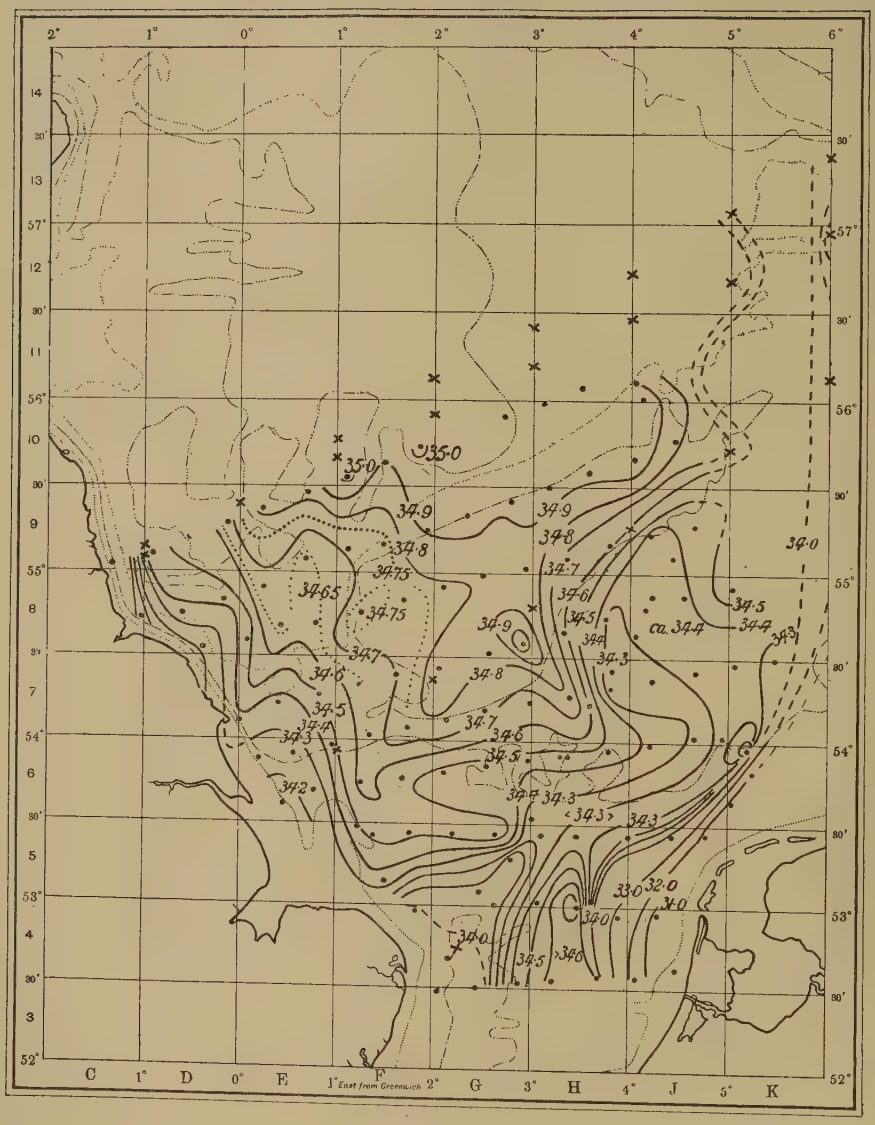


Chart 2.

The Distribution of Surface Salinity $^{0}/_{00}$, July 1927.

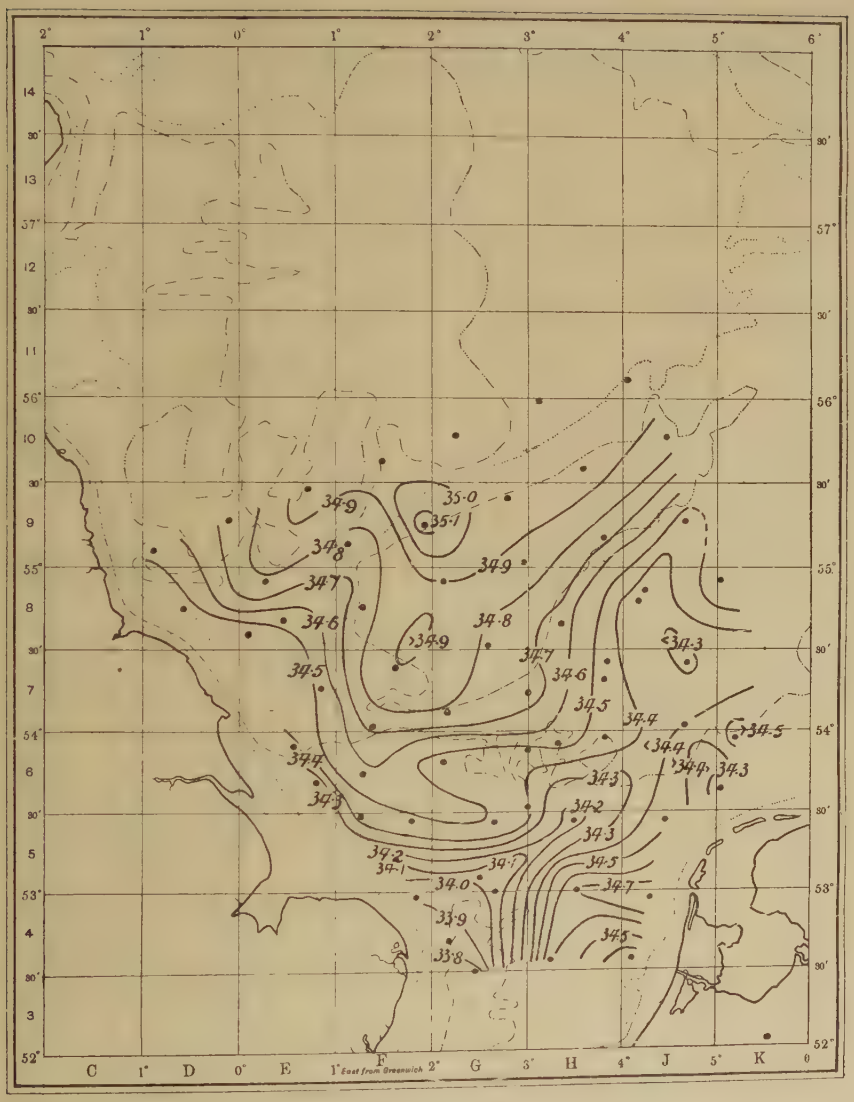


Chart 3.

The Distribution of Salinity $^{0}/_{00}$ at 20 metres Depth, July 1927.

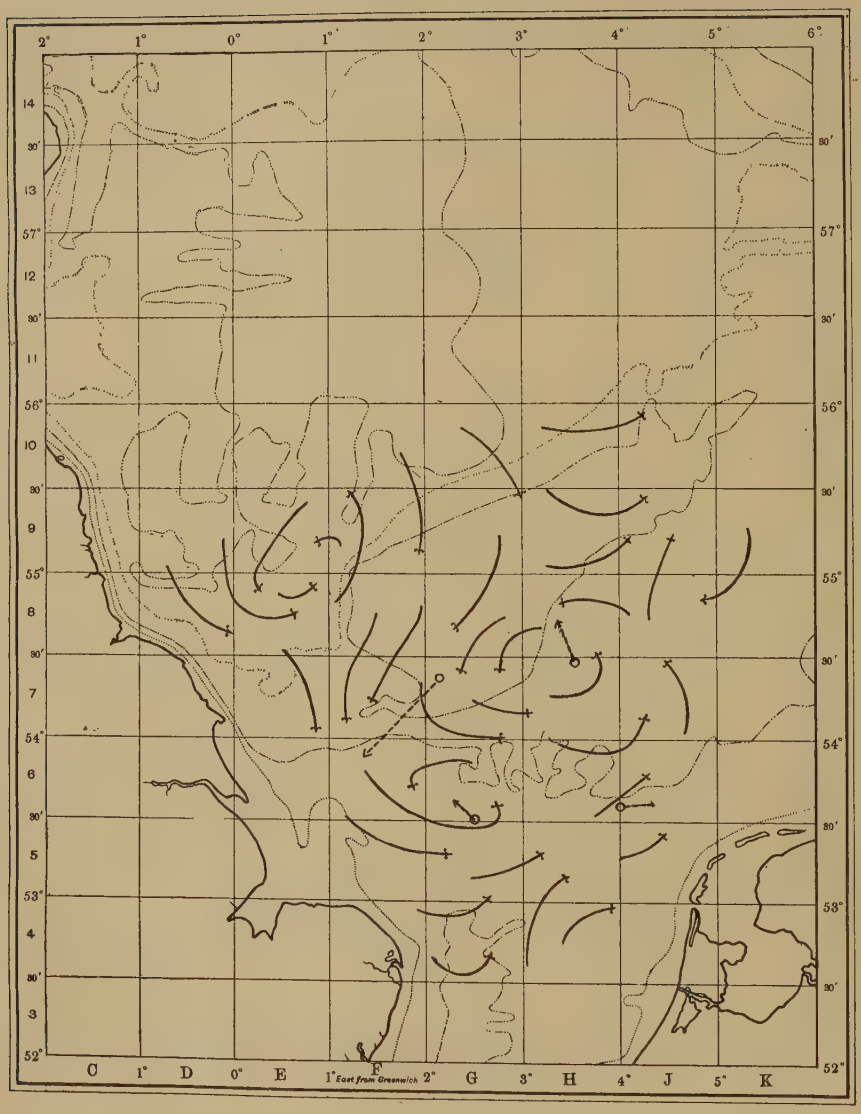


Chart 4.

The Direction of the Water Movements at 20 metres Depth, July 1927.

——→ deduced from salinity distribution.

o·····→ measured. The lengths of the arrows are proportional to the residual current velocities.

The Ratio of Magnesium to Chlorine in the Waters of the Eastern Mediterranean and Gulf of Aden.

By

Donald J. Matthews and **B. A. Ellis.**

In the past all determinations of magnesium in sea-water have been made, as far as the writer is aware, by precipitating it as ammonium magnesium phosphate. This method does not give very satisfactory results, probably because the precipitate is slightly soluble in dilute ammonia so that a correction must be applied which depends upon the volume of the filtrate and washings.

The determinations reported in this paper were made by the 8-hydroxyquinoline method and it is believed that this is the first time that it has been applied to magnesium in sea-water. They were made at the Government Chemical Laboratory in London by one of us[1]) under the direction of the Government Chemist and his description of the process is as follows. A weighed portion of about 25 mls. is diluted with 50 mls. of water, 10 mls. of ammonium acetate solution (30 %) and 2—3 mls. of ammonia (0.880) added, and a first precipitation of calcium effected hot by 5 mls. of ammonium oxalate solution (N/2). The precipitate is allowed to settle on a steam bath, is filtered and washed a few times with a hot ammoniacal solution containing ammonium oxalate. The precipitate is then dissolved by hot dilute hydrochloric acid poured through the paper, which is finally washed with a little ammonia. Calcium is then reprecipitated from the hot acid solution by addition of ammonia, a little more ammonium acetate and oxalate being then added; it is filtered after digestion on the steam bath.

The combined filtrates are heated nearly to boiling, 25 mls. of an alcoholic 3 % solution of 8-hydroxyquinoline added cautiously and finally ammonia until the solution is alkaline to phenolphthalein paper. After standing for a few minutes to allow the precipitate to settle, the liquid is filtered through a Gooch crucible, the precipitate washed first with dilute ammonia and finally with water; it is then dried to constant weight at 100° C. (1—$1^1/_2$ hours). The compound so obtained has the composition $Mg(C_9H_6ON)_2\,2H_2O$ and contains 6.98 per cent of magnesium.

[1]) B. A. E.

Sixteen samples in all were analysed. Two of these came from the eastern Mediterranean and were mixed residues from the determination of salinity; they were collected at various places within 50 miles of Port Said. The remainder were collected in the Strait of Bab-el-Mandeb and in the Gulf of Aden by H.M.S. Ormonde at various depths down to 750 metres. The results are given in the table.

Ratio of Magnesium to Clorine in the Water of the Eastern Mediterranean and the Gulf of Aden.

Position	Depth, metres	Salinity	$\frac{Mg}{Cl}\times 100$	Mean value of $\frac{Mg}{Cl}\times 100$	Difference between duplicates
32°42′ N., 33°05′ E.	..	39.00	6.758	6.787	0.046
to			6.790		
32°18′ N., 32°58′ E.	..	..	6.795	..	..
	..	..	6.804		
32°14′ N., 32°50′ E.	..	38.90	6.755	6.780	0.051
to			6.806		
32°00′ N., 32°43′ E.	..	..	..	..	..
12°39′ N., 43°16′ E.	200	39.68	6.723	6.744	0.041
			6.764		
12°39′ N., 43°16′ E.	250	39.74	6.736	6.756	0.041
			6.777		
12°15′ N., 43°47′ E.	370	37.83	6.781	6.795	0.029
			6.810		
12°01′ N., 44°15′ E.	750	38.04	6.819	6.833	0.028
			6.847		
12°01′ N., 44°15′ E.	1000	37.66	6.772	6.780	0.015
			6.787		
12°01′ N., 44°15′ E.	1200	37.69	6.780	6.795	0.029
			6.809		
12°02′ N., 44°50′ E.	750	36.73	6.729	6.744	0.030
			6.759		
12°05′ N., 44°54′ E.	1000	37.54	6.766	6.795	0.058
			6.824		
12°02′ N., 44°50′ E.	1250	35.76	6.833	6.846	0.026
			6.859		
13°01′ N., 47°10′ E.	750	36.29	6.874	6.889	0.030
			6.904		
13°01′ N., 47°10′ E.	1000	35.76	6.768	6.798	0.061
			6.829		
13°01′ N., 47°10′ E.	1250	35.35	6.796	6.798	0.005
			6.801		
13°01′ N., 47°10′ E.	1500	35.14	6.776	6.804	0.056
			6.833		
13°01′ N., 47°10′ E.	1750	34.97	6.829	6.853	0.062
			6.839		
			6.891		

One of the samples was analysed four times, another three times, and the rest twice. The greatest difference between the ratios found by duplicate determinations was 0.062, the least 0.005, and the average 0.032.

The mean value of the ratio in the eastern Mediterranean was 6.785, in the Gulf of Aden 6.814, and in the whole series of samples 6.802. The difference between the ratios in the eastern Mediterranean and the Gulf of Aden was 0.029, about $^1/_{227}$, a little less than the average difference between duplicate determinations.

The salinity ranged from 39.74 down to 34.97, the latter being found at 1750 m. in the Gulf of Aden, in the almost unmixed deep water of the Indian Ocean. The ratio falls as the salinity rises, but very irregularly; the difference between extreme values taken from a smoothed curve is only a little greater than the average difference between duplicates.

The analyses do not provide any proof that the ratio changes with either locality or salinity.

It is interesting to notice that if the mean value of the ratio for six oceanic areas is calculated from the analyses printed in the CHALLENGER Reports the difference between the maximum in the North Pacific Ocean and the minimum in the region south of the Cape of Good Hope is 0.028, nearly the same as the difference was found between the eastern Mediterranean and the Gulf of Aden.

It is hoped to extend the work to other seas.

New Drift Bottles for the Investigation of Currents in Connection with Fishery Research.

By

J. N. Carruthers, D. Sc.

Fisheries Laboratory Lowestoft.

(Bold figures in brackets refer to the literature list at the end of this paper).

The employment of surface floating and bottom trailing bottles containing suitable questionnaire postcards for the use of the finders, has long been a common feature of marine research. There is no need here to dwell at length upon the merits and demerits of the drift bottle, since the shortcomings of the information it yields are well known.

Surface Bottles.

The simplest form of bottle is of course a common soda water bottle ballasted with sand or clean shingle so as to float just awash. It is well known that the movements of such bottles are greatly influenced by the prevailing winds at the time of an experiment. Bottles of this simple type have been known to travel from the western end of the Channel to the Skager-Rack at the rate of 6 miles a day and more **(2)**.

Such bottles, by reason of their size, reflect the movements of a layer of water a foot or less deep, and, under the influence of a strong wind, they move away quickly down wind, though of course the surface "foot of water" is not translocated bodily down wind at the same rate as the bottles travel. It is desirable generally to minimise this wind influence and such is usually effected by suspending a drag (perhaps a second bottle) at the end of a chosen length of wire or cord beneath the floating bottle so that the whole system floats just awash. It is convenient to use a drag made of galvanised iron. The Biological Board of Canada **(3)** used a drag made from "a square of galvanised iron 5 inches on a side cut into at the middle of two opposite sides, and bent so as to oppose about a half of its surface to any lateral movement. These drags were

Fig. 1.

hung at a depth of 3 fathoms by 3 pound cod line (about 1.5 mm. in diameter) and the line was tied to the bottles so that they could float with the neck out of the water". The United States Fisheries Bureau has found from experience that wire is a better suspension than cod line, and this bureau has recently used a better type of drag. Their bottle consists of an ordinary sort of soda water bottle from which is hung a drag made from a sheet of 23 gauge galvanised iron of size about 6 inches by 7 inches. This sheet has been cut into twice on one side, once on the other side, and once on the bottom such that it has become possible to bend the iron so that its surface is equally disposed in three mutually perpendicular planes. The suspension of the drag, whilst not really difficult to arrange, has been much simplified in the case of the bottles now used at Lowestoft. The United States bottle is braced round with wire in such a manner that an eye is formed at the bottom, and from this the drag is suspended by another length of wire. The wire used is 16 gauge, and the provision of an eye which will not slip, means that the bracing has to be well done. Again, only thin wire can be conveniently manipulated and the twists introduced must often form a source of weakness. Such bottles made and used at Lowestoft (see Fig. 1) have been very successful but the drag has broken away in a number of cases after less than a month adrift. Consequently we have designed a bottle to which a drag can be much more easily and securely attached. Such a bottle (which is the type now used) is shown in Figure 2.

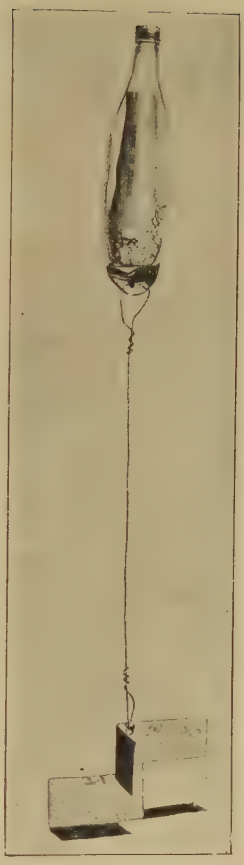


Fig. 2.

The bottle itself is about 11 inches long (about 28 cms.), weighs

about one pound (454 grams) and has a displacement of about 650 ccs. It is of soda water shape but at the bottom a protuberance has been blown, and this has been pierced by a hole which can take 14 gauge wire. The cost is about 30 shillings per gross (about 19 Kr. per 100). With such bottles it is extremely simple to make up an entirely satisfactory drag bottle which shall reflect the movements of a layer of water one fathom or more thick.

Such bottles have their drags hung by a length of 14 gauge wire; this wire lasts more than long enough. The complete bottle ready for use costs about fivepence. The drag used is made from 24 gauge galvanised sheet iron and is an exact copy of the United States Fishery Bureau bottle drag just described. The bottles are remarkably easy to make up. The postcards and the red "Break the Bottle" notices are slipped into the bottles by dint of rolling them round a glass rod. Each bottle is then fitted with its drag hanging from say a fathom of 14 gauge galvanised wire — the wire being twisted at one end through a hole in the drag, and at the other through the hole provided in the pierced bulge at the bottom of the bottle. The bottles are then taken along to a large tank of sea water (the tank is about 4 feet in diameter and the water about 5 feet deep) and are floated in it. The suspending wire is of course doubled up to prevent the drag resting on the bottom. The bottles ride stably with the upper half above water. Fine dry sand is poured into the bottles from a large jug and in this way forty or fifty of them can be ballasted in an hour quite easily. Then comes the question of sealing. Any method which makes use of marine glue is messy and somewhat troublesome. We originally sealed the bottles thus:—

We obtained a sufficient supply of suitable "Suberit" corks which are made of granulated cork bound by cellulose cement. These are considerably cheaper than ordinary bark corks but they must not be used where they will come into contact with certain liquids — one of which is Amyl Acetate. Each bottle was well bunged by means of such a cork and the cork was then daubed over with cellulose enamel. The latter is now common on the market under many trade names and is obtainable in almost all colours. The application of the cellulose enamel results in the decomposition of the immediate surface layer of the suberit cork, but on drying (which is very rapid) a good waterproof sealing is obtained. This method has one other advantage besides the speed with which it can be carried out. The cellulose enamel is cheap enough and different colours can be used for different batches of bottles having their own serial numbers. Then at sea on a chosen station, all the bottles of one colour can be put out without the necessity of checking the numbers.

This method of sealing is very efficient and very rapid, but has now been discarded for an even more rapid method. The bottles (the drag bottles with the pierced bulge at the bottom) are now obtained with their necks threaded externally. After ballasting, a bottle is now sealed by screwing tight home a copper cap which bears down upon a disc of good soft rubber. In this manner bottles can be sealed with remarkable ease and efficiency.

The screw-on copper cap lasts a very long time and was originally adopted as affording the readiest method of securing a pressure resisting sealing for bottom trailing bottles.

The foregoing remarks have dealt with the provision of a bottle which shall float on the surface but which shall reduce windage effect to a minimum. A concrete example of the well known influence of wind upon the surface stratum of water may be cited here. On 8th December, 1927, at the position 55°9′ N.—0°14′ E. fourteen simple surface floating bottles without any attachment, and fourteen bottles with a drag of the type just described hung one fathom below — were set adrift. Within three weeks practically all the simple surface bottles had been cast ashore on the English coast around Cresswell and Newbiggin, but as yet (up to May 1928), not one of the drag bottles has been recovered. The winds at the time of and subsequent to the liberation, were strong and from S.E., E. and N.E. We may cite another case; floating bottles of both sorts had been put out at station E. 2 (roughly midway between Plymouth and Ushant) on 2nd August, 1927. The simple floaters raced the drag bottles up Channel to and across the North Sea, but many of the drag bottles would be in the southern North Sea at the onset of the Easterly winds of December. It is interesting to record that two of these E.2 bottles which had lost their drags, were cast ashore in Northumberland at the end of December.

Bottom Trailing Bottles.

The use of bottom trailing bottles has been, and no doubt always will be, much less common than the use of surface floating ones. The bottom bottle was first elaborated by Bidder **(4)** and its characteristics are so well known that there is no need for any detailed description here. A picture of such a bottle is to be found in a paper by the present writer (**1** p. 8). These bottom bottles are much less easy to make than are the surface floating ones. Consequently, when the Ministry desired to put out about 10,000 of them as part of a large experiment in 1920—21, a process of mass production had to be worked out. This was done with conspicuous success by Nelson at the Plymouth Marine Biological

Laboratory and his account has been published **(5)**. In the case of bottom bottles one relies of course upon recovery by trawl and therefore such bottles can only be used with any reasonable prospect of success in well trawled areas.

One may look for a percentage recovery of about 30 to 35 in the southern North Sea (**1** p. 6). It is a great tribute to NELSON's work that we are able to say that amongst hundreds of bottles handled, we have had no reason to suspect any single bottle of being in any way defective, but we are nevertheless convinced that the Bidder type of bottle certainly had very real defects *in practice*, and we have experimented along lines designed to remove these. If an experiment with bottom bottles is small enough to permit that each bottle is put over by a careful person, all is well! The bottle should be put out when there is no relative movement between ship and sea; this is very important otherwise the copper tail is almost certain to get bent over badly — sometimes almost at right angles to the direction of the axis of the bottle. The wire should be very carefully straightened out and held by the tip, whereupon the bottle should be slid down a pipe secured vertically to the ship's side and projecting well under the water. It is quite necessary to take rather elaborate precautions to insure that the bottle reaches the sea bottom correctly poised upon its tail, and it is obvious that one cannot assume that every individual bottle will be launched thus carefully when, as happens in the course of a large experiment, hundreds of bottles have to be put out from lightships. From a lightship no Bidder bottom bottles should ever be put out except at slack water or there will be a risk of bent tails. With the Bidder type of bottle the ballast is in the bottle and the wire is soft flexible copper wire. Hence when (as we are convinced is deplorably frequent) bottles reach the bottom and "sit on their neck", they become almost useless. Possibly the Bidder bottle would be much improved by fitting tails of stouter wire in phosphor bronze.

Fig. 3.

We have made up a new type of bottom bottle which we hope will behave very well indeed, though at the time of writing (May

1928) we have had no returns from the initial small experiment. Such a bottle is shown in Fig. 3. We have used the same type of bottle as is employed when making up drag bottles — namely the bottle having a screw neck and also a pierced bulge at the bottom. We commenced work with the belief that the bottle itself ought to have a large positive buoyancy and that the weight should reside in and on the wire attached. We felt strongly that a type of bottom bottle was needed which would take no harm if thrown overboard with complete carelessness and to this end we arranged that the wire should not be fixed rigidly to the bottle. The bottles used would on the average bear up a weight of about 150 to 200 grams without sinking. For each bottle the following procedure was gone through. A 3 foot length of stiff galvanised wire ($^1/_8$ inch diameter) was cut and straightened, and one end passed through the hole in the bulge at the bottom of the bottle. The wire was then twisted back upon itself so that, whilst securely attached, it could swing very freely from the bottle. Then a postcard shaped platelet of 24 gauge galvanised sheet (of size 7 inches by 4 inches) was bent down its long median line to form an angle of 90° and secured to the wire about 6 inches below the bottle. The attachment is very easy if a hole is punched about one inch from each end of the "crease", and the wire passed through the top hole from inside the angle, then bent down flat against the "crease" and passed back through the bottom hole. When the wire is straightened out, we have, hanging from the bottle, a long straight strong wire carrying what is at the same time the requisite ballast and a very useful resistance surface. The bent galvanised iron is so disposed that the "V" section is horizontal. The postcard and label are now introduced and the bottle floated in suitable seawater, whereupon ballast in the form of fine sand is added until the bottle floats submerged to an easily recognisable mark on the neck. One knows by previous experiment what weight must now be added such that, when sealing is complete, the system will have the requisite negative buoyancy. This weight is added in the form of measured strips of 14 gauge wire placed inside the bottle. The negative buoyancy chosen is 2.2 grams, which value is based upon a consideration of the relative sizes of our bottles and the Plymouth Bidder type bottles. For these latter the value 1.7 grams was used (**5** p. 702).

Before adding the strips of wire to achieve the final adjustment, the bottle is of course removed from the water. The sealing is next done. This is very easy. The sealing must of course be pressure resisting and to this end the Plymouth bottles have crown corks. Crown corking would not have suited us because of the strange shape of our bottles.

We have merely placed a rubber disc on the top of the bottle neck and screwed tight home a copper cap which latter is generally (though perhaps quite unnecessarily) given a dip of marine glue.

In this way we get a bottle which can be flung overboard anyhow without fear of any damage. The bottle poises lightly upon the sea floor and has a very large surface area opposed to the current. One good feature is its ability to over-ride with ease any ordinary obstacle, for if the tip of the wire is arrested, the bottle itself will (being very buoyant) remain vertical, and will therefore present its maximum surface to the current; this will assist it to draw itself free. The bottle can also be pictured as "bobbing about" quite a lot in the circumstances — another fact which will help it to draw itself free.

Such a bottle as this bottom trailing bottle costs about sixpence halfpenny.

Short period Surface Floating Bottle.

We now come to a bottle which is not merely a modification of an already existing one; it is believed that the bottle to be described is a new departure in marine research. With ordinary floating bottles we cannot know the departure route from the position of liberation; we can, with absolute certainty, know only the ultimate stranding place. The new "bottle" to be described, was designed to give "en route" positions, and it can be used to investigate the surface currents in areas remote from coasts. A necessary feature also is that wind influence is reduced to a minimum.

We considered it necessary to provide a bottle which should float for a chosen time (say one week) and which should then sink and anchor itself to the sea floor. Such a bottle would have to be returned by trawl. It became obvious quite early that we would have to have two bottles, for we could not expect returns unless the questionnaire papers and labels were enclosed in a bottle to which water was denied ingress. Thus if the questionnaire postcard were sealed in a water tight tube in a bottle designed to flood — although the postcard would take no harm, the fishermen would be very unlikely to notice it. We early discarded the idea of suspending our questionnaire bottle from a float by means of a suspension designed to perish. Such a suspension would be entirely unsatisfactory, for its life could not (whatever its nature) fail to be dependent upon the roughness of the sea. In a rough sea the mechanical strain on the suspension would be much greater than in a smooth sea. We tried many devices, the earliest and most obvious of which was to suspend our questionnaire bottle from a float made of porous ware.

Cheapness was necessary and we tried the unglazed form of the common commercial "Stone Ginger Beer" bottle. We tried such bottles supplied by various firms who kindly arranged to fire different lots at different temperatures. The results were far too capricious, and we were able to get no reliable timing since the floats flooded sometimes quickly, sometimes slowly, and sometimes not at all. This idea was given up, for it was quite impracticable for many reasons to use good quality biscuit ware such as the porous pots of voltaic cells. A few experiments were made with these by tarring a portion of the porous surface, but the pots were too expensive and suitable shives to seal their open ends were far from being sufficiently cheap.

Fig. 4 a.

The idea of using for the floating member of the dual system a common bottle neck downwards with its neck sealed with some soluble stopping, was considered. Such stoppings as barley sugar, fused hypo ($Na_2S_2O_3$) etc. were tried, but even when the stops had dissolved, it was found that the bottles might long remain afloat — presumably until sufficient of the contained air had dissolved. It would have been necessary to provide a small vent which would permit egress of the enclosed air after the solution of the stopper, whilst preventing ingress of water from above.

Fig. 4 b.

After trying many things, the writer finally fixed upon the type of bottle now regarded as satisfactory from all points of view. Such a bottle is shown in Fig. 4 (a and b). Figure 4a represents the ideal type but this was later modified owing to difficulties in manufacture. The

floating member (in 4 b) consists of a bottle having a good screw (external thread) neck at one end, and, at the other, a hole which can take a fair sized cork. The screw neck has a sufficiently wide glass flange below the threading to permit easy attachment of a string. The hole at the other end is fitted with a cork carrying a bent piece of small bore thermometer tubing. The system is made up as follows. The screw neck is capped by an annulus of good rubber with a central hole of chosen size, and then a screw cap is screwed well home to bear down tight upon the rubber. The screw cap is of zinc, copper, or aluminium as may be desirable. Into the bottle thus dealt with is introduced a suitable volume of acid or alkali as the case may be, and the cork carrying the bent tube then fitted. A length of good twine is then attached to the bottle at the flange near the screw cap, such that a length hangs down each side of the cap (the two hanging pieces being 180° apart). To the loop produced by knotting the free ends of this twine (which must be of good quality sure to last a long enough time in sea water) the ballasted questionnaire bottle is attached.

The questionnaire bottle is easily made up. The actual bottle is a screw necked bottle having a pierced bulge at its bottom end just like the bottle used in making up drag bottles (see above). The postcard and label are introduced and a definite quantity of fine sand is then placed inside the bottle. A copper cap with a rubber disc inside it is screwed tight home and this sealing is then usually dipped in molten marine glue to which about ten per cent of tallow has been added. In the hole at the end of the bottle, the end of a wire carrying a small grapnel is secured. This wire is fastened to the string loop depending from the other bottle and the short period floating bottle is complete. The idea is, of course, that after a certain time the acid dissolves through the exposed part of the metal cap of the upper bottle, whereupon sea water can enter owing to the vent provided for the exit of air. The upper bottle thus floods without any caprice and sinks. The grapnel ensures that the questionnaire bottle anchors itself to the sea floor. The thin bore tube in the cork of the upper bottle does not permit the entry of sea water. By changing the metal of the caps and the solvent liquids, many variations of timing can be arrived at. The bottle time is as independent as can be of the state of roughness of the sea, and the suspension wire can be as long as is desired. The wind effect is of course adequately minimised. The grapnel is very easy to make and is very cheap. A small square of galvanised iron sheet is cut and a hole punched near each of its four corners. Through these holes, lengths of suitable stiff galvanised wire are "threaded" disposed diagonally across the square; then the whole

is hammered flat to secure the wires. The latter are later bent upwards at their ends and a wire shank fitted.

It is clear that the ready provision of a vent for the egress of evolved hydrogen and air from the upper buoyant bottle — is a very important practical matter in the manufacture of these short period floating bottle systems. The vent must be wide enough to let the air out, but it must at the same time be of such a nature that sea water cannot get in. It is obviously of great advantage if we can cut down to a minimum the work necessary at sea preparatory to setting the bottles adrift. Now in the ideal type of bottle (Fig. 4a) there is a perfectly shaped upper neck and it is relatively simple to fit a good cork bung carrying a bent over piece of thin bore tubing as shown. This type of bottle is, however, very difficult indeed to manufacture since it is almost impossible to blow a perfect threaded lower "neck" to take the metal cap. Moreover, this type of bottle although almost ideal, is far too expensive. The type of bottle which is procurable and which is suitable from an expense point of view, is the upper bottle shown in Fig. 4b. This has at its upper end, a thimble shaped cavity with a hole at the bottom. A small cork carrying the same kind of bent over small bore tube can be fitted into this cavity as shown, but the cork cannot easily be seated securely enough. Also, the holes at the bottoms of the cavities are by no means always dead central. Such shortcomings arise from the difficulty of manufacture experienced at the glass foundry. We have worked out a method of providing the necessary vent which has the virtues of speed and cheapness. The use of corks is done away with, it is not necessary to bend glass tubes, and the fact that the holes vary in size and precise position matters not at all. Also the bottles can be sent to sea much more nearly ready for use, without fear of breakage in transit. We purchase an adequate length of the common rubber tubing sold at cycle shops for use with acetylene lighting sets. This tubing is 1.0 cm. in external diameter, 0.5 cm. in internal diameter, and costs ninepence per yard. It is cut up into lengths of about 4 cms. The next step is to seat these short rubber tubes into the cavities at the tops of the bottles. For this purpose a suitable "cement" consisting mainly of marine glue is prepared. Trials must be made in order to get a "cement" which will not be too brittle on hardening. With a judicious mixture of marine glue, common resin, tallow, and fine sand, a satisfactory melt can be made. This is allowed to cool until it is about the consistency of porridge; each rubber tube is now dipped into the melt (which must not be too hot) and twisted round, so that on withdrawal, a fair quantity of the "cement" is removed. The tube is then seated in the cavity in the obvious

manner, and, when the "cement" has hardened, a length of wire is pushed up the tube to free the end which has become sealed up in the process. In this way one can rapidly fit scores of bottles with a short "neck" of rubber tubing quite irrespective of the precise shapes of the cavities and the holes.

The bottles at this stage can be packed in boxes for transit without risk of damage. Into the rubber tube "neck" of each bottle is later fixed a 4 cm. length of suitable capillary thermometer tubing purchasable at the cost of three shillings per pound. The upper buoyant bottles are then ready for use. The evolved hydrogen (and later the air) can escape via the capillary tubing, but no water can get in. The fact that one does not have to bore and fit corks represents a great saving of time and trouble.

We intend to use fairly large quantities of these bottles with different timings in areas remote from coasts in the North Sea. It is known that we may expect a return of one in three. The cost of such a bottle is about elevenpence. By using these bottles in quantity, we hope to map out the currents in many areas remote from coasts, and we aim at carrying a stock of these bottles aboard the research vessel "George Bligh" so that some may be put out to throw light upon the probable dispersal of any observed interesting concentrations of plankton or fish larvae.

We intend also to use such bottles to provide a definite datum to work from in connection with hydrodynamical surveys carried out on hydrographical cruises. Thus, when the salinity and temperature distributions of an area have been mapped out and various hydrodynamical quantities calculated, it will be of very great value to have a definite knowledge as to the actual movements of the surface water. It has been arranged that the bottles will float for a sufficient length of time to ensure that they will normally be carried a sufficient distance to cancel out errors in the finders' stated recovery positions.

The bottles are made by the firm of Redfearn Brothers of Barnsley, and I am indebted to their Mr. G. Asquith for the helpful interest which he has displayed in the project, and for his skill in making the bottles.

Literature cited.

(1) Carruthers, J. N. "The Water Movements in the Southern North Sea". Part II. The Bottom Currents. Ministry of Agriculture and Fisheries, Fish. Invest. Series II, Vol. IX, No. 3, 1926.

(2) Carruthers, J. N. "Investigations upon the Water Movements in the English Channel in Summer 1924". Journal of the Marine Biol. Assoc. Vol. XIV, No. 3, March, 1927.

(3) Mavor, J. W. "The Circulation of the Water in the Bay of Fundy". Part 1, Contributions to Canadian Biology, New Series, Vol. I, No. 8, University of Toronto Press, 1922.

(4) Bidder, G. P. "Account of some Experiments on Bottom Trailers". Rapports et Procès Verb. IV., du Conseil Internat. pour l'Exploration de la Mer. July, 1905.

(5) Nelson, E. W. "On the Manufacture of Drift Bottles". Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XII, No. 4., October, 1922.

Notes et Observations sur la Biologie de la Sardine de la Manche.

Par

Jean Le Gall,

Directeur du Laboratoire de l'Office Scientifique et Technique des Pêches, Boulogne sur Mer.

Ces observations ont été faites sur trois lots de Sardines (*Clupea pilchardus* Walb.) provenant de l'entrée orientale de la Manche, de la Baie de Plymouth, et de la Baie d'Audierne.

H. E. Sauvage (18), puis A. Cligny (7) ont fait remarquer depuis longtemps déjà, que la présence de la sardine n'était pas du tout anormale à l'entrée Orientale de la Manche. Elle fut pêchée de tout temps dans les parages de Dieppe et de Boulogne, mais désignée par les pêcheurs sous le nom de "Célan" ou "Célin", d'aspect tout à fait différent à la sardine des côtes de Bretagne par exemple, car beaucoup plus grande, il ne venait pas à l'esprit des pêcheurs l'idée de l'assimiler à la sardine. Les Statistiques actuelles des Pêches Maritimes ne mentionnent pas encore actuellement les quantités importantes de sardines (ou célans) débarquées, chaque année, en hiver, dans les principaux ports de pêche de Dieppe à Calais.

La sardine apparaît habituellement à l'entrée orientale de la Manche au large de la côte Picarde, avant les premiers bancs de harengs: fin d'Octobre début de Novembre. Elle paraît précéder les harengs, puis disparaît quand ces derniers apparaissent en bancs nombreux. Les maquereaux, qui étaient encore relativement abondants avant la grosse apparition du hareng, disparaissent de même. Quand la pêche du hareng se ralentit, la sardine ou le maquereau reparaissent pour disparaître encore quand un nouveau banc de harengs se reforme. En somme, il apparaît, avec juste raison dans l'esprit du pêcheur, que la sardine précède et suit les différents bancs de harengs qui se succèdent en Manche Orientale. En fait, il vaut mieux admettre que les conditions hydro-

logiques qui conviennent au rassemblement des bancs de harengs pour la ponte, ne sont pas favorables, bien que peut-être peu différentes, à la présence des sardines. Le pêcheur qui, en mer, tend sur une étendue de 6 à 7 kilomètres sa nappe de filets, peut évidemment ramener dans sa "tésure" à la fois des sardines et des harengs, qui proviendront d'une même pêche dans une même région, mais jusqu'ici, le fait n'a pu nous être assuré que dans la même portion de filets, sardines et harengs pouvaient se trouver en quantités également abondantes.

Quoiqu'il en soit, de la fin d'Octobre à la fin de Décembre apparaissent sporadiquement, au large de Boulogne, des quantités plus ou moins, importantes de sardines. Les 68 échantillons étudiés ont été prélevés à la fin d'Octobre et dans le courant de Novembre, à quelques milles au large de Boulogne, et sur des pêches allant de 500 à 40.000 sardines.

Le lot provenant de la Baie de Plymouth: 77 individus, a été prélevé sur des pêches faites au chalut en baie de Plymouth, pendant les mois Janvier à Mars, puis de Septembre au début de Décembre. Il est d'ailleurs curieux de noter, fait déjà signalé par CLIGNY (7), que lorsque les chalutiers cessent de prendre de la sardine en Baie de Plymouth, les drifters en prennent dans leurs filets dérivants à l'entrée Orientale de la Manche. A noter encore, que les chalutiers qui opèrent dans cette dernière région ne prennent jamais de sardines à cette époque[1]). La sardine qui se tenait sur le fond ou en surface en baie de Plymouth, de Septembre à Décembre, apparaît uniquement en surface en Manche Orientale un peu plus tard. En Janvier et les mois suivants, alors que la sardine n'apparaît plus en surface dans l'Est de la Manche, on la retrouve sur le fond en baie de Plymouth. Que ce soient les mêmes bancs qui se déplacent ainsi, ou non, le fait n'en est pas moins intéressant à signaler.

Le troisième lot étudié: 55 individus provient de la Baie d'Audierne, sur la côte Ouest de Bretagne. Ce lot prélevé le 8 Juillet, au début de la saison de pêche aux filets dérivants, permettra une étude comparative des sardines de Bretagne avec les "Pilchards" de la Baie de Plymouth, et les "Célans" de Boulogne.

Nous avons suivi dans cette étude la technique habituellement employée dans les recherches morphologiques et biologiques, et particulièrement pour l'étude des Clupéides. Les observations ont ainsi porté sur:

---

[1]) Les chalutiers travaillant au large de Boulogne, sur le Vergoyer prennent toutefois quelques célans, sur le fond, en Février.

La Taille, mesurée du bout du museau à l'extrémité de la queue en extension normale.

Le Sexe, mâle ou femelle. La Maturité, rapportée aux différents stades de I à VII, tels qu'ils ont été déterminés par Hjort.

L'Age et la Croissance, déterminés et calculés sur l'écaille.

Les Caractéristiques morphologiques suivantes ont également été déterminées:

L. Longueur totale du bout du museau à la ligne qui joint les pointes de la caudale.

D. Distance du bout du museau à l'extrémité antérieure de la nageoire dorsale.

V. Distance du bout du museau à l'extrémité antérieure des nageoires pelviennes.

A. Distance du bout du museau à l'anus.

1cpl. Longueur latérale de la tête (du bout du museau au bord postérieur de l'opercule) divisée par la longueur totale du corps.

V. Nombre total de vertèbres.

Les calculs destinés à établir les caractéristiques morphologiques ont été faits d'après les formules habituelles.

Sans autre idée que d'éviter une répétition des lieux, nous avons conservé dans cette étude les appellations vulgaires données aux sardines en Manche.

Les Célans, seront les sardines capturées au large de Boulogne et à l'entrée orientale de la Manche.

Les Pilchards, seront les sardines provenant de la Baie de Plymouth et à l'entrée occidentale de la Manche.

Le nom de Sardines sera conservé seulement pour les échantillons provenant de Bretagne.

I. Taille. Sexe. Maturité.

Taille. Dans chaque lot, les individus ont été groupés par classes de même taille: la classe 20 par exemple groupant tous les individus de 19 cms 6 à 20 cms 5. Le pourcentage des individus a été ensuite calculé pour chaque classe, dans chaque lot.

Les résultats sont les suivants:

Taille	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Sardines ..... %	12	28	36	8	12	4	..	..	..	..	..	..
Pilchards ..... %	..	..	..	..	1,2	2,5	3,8	12,6	33	34	11,4	1,2
Célans ..... %	..	..	..	..	..	..	4,4	28,8	35,5	17,7	13,3	..

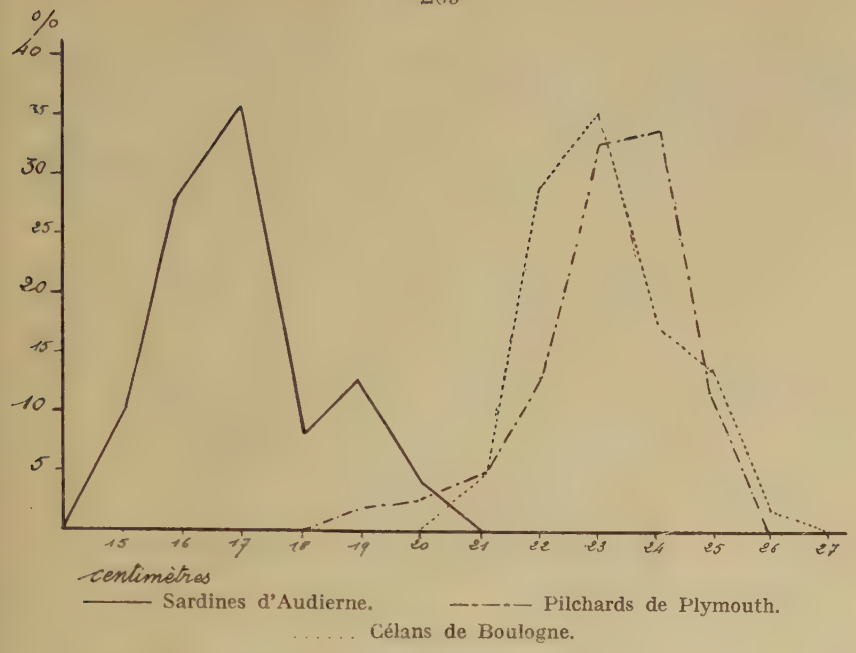


Fig. 1. Répartition suivant la taille des Sardines de la Manche et de l'Atlantique. (Matériel 1927).

condensés dans les graphiques de la Figure 1, qui montrent la taille nettement distincte des sardines de Bretagne et des sardines de la Manche: pilchards et célans. Dans chaque lot une classe domine: classe 17 pour les sardines, 24 pour les pilchards, 23 pour les célans. La condensation marquée des classes dans le cas des célans est vraisemblablement dûe au moyen de capture employé. Ces poissons ont été capturés dans les filets dérivants habituellement utilisés pour le hareng: une sélection au point de vue taille a ainsi été involontairement faite, ce qui explique les tailles peu différentes des individus étudiés.

La taille moyenne calculée dans chaque lot est:

16 cms 9 pour les sardines.
22 cms 6 pour les célans.
23 cms 0 pour les pilchards.

Dimorphisme sexuel. D'après Fage (12), "il semble bien que, dans l'Atlantique comme dans la Méditerranée, les femelles sont, en général, à âge égal, un peu plus grandes que les mâles". Le même fait se constate également pour les sardines de la Manche; sans toutefois être très net. Ainsi, chez les individus de 5 ans, la taille moyenne d un célan mâle est 23 centimètres, celle d'un célan femelle: 23 centimètres

2. La taille moyenne d'un pilchard mâle du même âge est 23 centimètres 6, celle d'un pilchard femelle de 5 ans: 23 centimètres 7.

En ne tenant compte que de la taille moyenne des individus mâles ou femelles d'un même échantillon (c'est-à-dire capturé à la même place), sans envisager l'âge des individus la différence est plus nette: Exemples:

Echantillon du 21 Mars 1927. Pilchards.
7 mâles, taille moyenne: 23 centimètres.
8 femelles, taille moyenne: 23 centimètres 7.

Echantillon du 1er Avril 1927. Pilchards.
10 mâles, taille moyenne: 22 centimètres 3.
11 femelles: taille moyenne: 23 centimètres 9.

Echantillon du 8 Décembre 1927. Célans.
9 mâles, taille moyenne: 23 centimètres 6.
14 femelles, taille moyenne: 24 centimètres 2.

Echantillon du 18 Décembre 1927. Célans.
7 mâles, taille moyenne: 23 centimètres 1.
8 femelles, taille moyenne: 23 centimètres 8.

On peut donc admettre que, dans un banc de sardines de la Manche, la taille moyenne des femelles est légèrement plus forte que la taille moyenne des mâles du même banc.

Maturité. Les sardines capturées en baie d'Audierne, le 8 Juillet 1927, étaient au Stade V de J. Hjort, avec les organes génitaux occupant toute la cavité ventrale, les ovaires avec de gros œufs transparents; les testicules gonflés, mais ne coulant pas encore. Leur ponte était donc prochaine.

La maturité des pilchards est très variable suivant l'époque et suivant les individus. En Janvier-Février, la majorité des individus sont au Stade III, avec quelques uns au Stade II et d'autres plus avancés au Stade IV. En Mars, ce dernier Stade domine nettement, et, vers la fin du mois, les individus au Stade V sont relativement nombreux et dominent au mois d'Avril. En réalité, pendant ce mois, les stades s'étagent encore de III à V, avec dominance cependant des Stades V et IV. Cette variation dans les stades de maturité est bien caractéristique de l'échelonnement de la ponte sur plusieurs mois.

En Septembre, et de Septembre à Décembre, les pilchards capturés dans la même région ont pondu depuis plus ou moins longtemps: 48 % d'entre eux étaient au Stade II, 31 % au Stade III, 9 % au Stade IV et 3 % au Stade V. 9 % n'étaient encore qu'au Stade I, ayant récemment pondu.

La maturité des célans capturés en Novembre-Décembre à l'entrée Orientale de la Manche est sensiblement la même que celle des pilchards capturés quelque temps avant dans les parages de Plymouth. Leur répartition par Stades est la suivante:

Stades.....	VII	I	II	III	IV	V	VI
Pourcentage....	4	11	17	35	30	3	0

Ce sont donc bien des individus dont la ponte doit s'échelonner sur plusieurs mois, comme pour les pilchards de Plymouth, et dont la période active a également dû se passer de Juin à Août (Stades III et IV dominants en Novembre-Décembre). De plus, cette forte proportion de poissons aux glandes génitales relativement bien avancées au début de l'hiver, permet de supposer un ralentissement dans l'évolution des glandes génitales pendant la période hivernale de Novembre à Février.

La présence de quelques individus au Stade V, dans le lot de célans, indique que tous les poissons n'ont pas encore jeté leurs œufs. Ces quelques poissons au Stade V ont été capturés le 31 Octobre 1927, et leur ponte eut dû s'effectuer dans le courant de Novembre. La ponte peut donc se poursuivre tardivement pour certains individus, en Manche Orientale. Nous soulignerons encore que dans le matériel recueilli le 14 Décembre 1926, nous avons pu trouver un célan nettement "bouvard", c'est-à-dire au Stade VI, dont les œufs s'écoulaient sous une très légère pression de la main.

Pour les pilchards de Plymouth, comme pour les célans de Boulogne, les mâles sont de maturité légèrement plus avancée que les femelles.

En donnant à chaque Stade sa valeur numérique, nous avons calculé la maturité moyenne des mâles et des femelles dans différents lots de célans ou de pilchards:

Pilchards:	8 Décembre 1927:	Maturité moyenne des mâles.....	3,33
		Maturité moyenne des femelles...	3,28
	1er Avril 1927.	Maturité moyenne des mâles.....	4,80
		Maturité moyenne des femelles...	4,54
Célans:	28-31 Octobre 1927.	Maturité moyenne des mâles.....	3,56
		Maturité moyenne des femelles...	3,20

Pour les sardines de la Manche, à une époque déterminée et dans un même banc, il apparaît donc que les mâles sont d'une maturité sexuelle légèrement plus avancée que les femelles.

II. Age et Croissance.

L'écaille de sardine est difficile à lire, son bord libre s'exfolie facilement et de plus, chez les individus âgés, et c'est le cas pour les sardines de la Manche, les anneaux d'hiver sont de plus en plus rapprochés à mesure que vieillit le poisson. L'interprétation de la lecture est encore délicate. La ponte de la sardine en Manche peut, en effet, s'échelonner sur une période de plusieurs mois. Chez les individus précoces, c'est-à-dire ceux dont la ponte s'effectue dès le début d'Avril, le premier anneau d'hiver peut s'inscrire sur l'écaille à la fin de la même année, la jeune larve ayant atteint à ce moment une taille de 8 à 12 centimètres. Par contre, chez les individus tardifs, nés à la fin de l'été ou à l'automne, les jeunes larves ne seront que des "poutines nues" à l'époque ou devrait s'inscrire sur l'écaille le premier anneau d'hiver. Cet anneau ne deviendra ainsi visible que l'année suivante, ce qui donnera, à la lecture de l'écaille, une croissance au cours de la première année, nettement trop forte. Aussi, pour éviter toute cause d'erreur, n'avons nous conservé dans le matériel que les lots de pilchards et de célans prélevés à la même époque: Automne, début de l'hiver, en ne retenant que les écailles parfaitement lisibles, et nous n'indiquerons que le nombre d'anneaux d'hiver lu sur chaque écaille sans vouloir insister sur l'âge du poisson. On conviendra toutefois, après l'étude précédente sur la maturité des célans et des pilchards, sensiblement la même pour les deux régions, que les deux lots sont comparables au point de vue nombre d'anneaux d'hiver et âge. Il en est de même pour le lot de sardines de Bretagne dont la ponte eût pu s'effectuer en Juillet-Août.

Dans chaque lot, la répartition par nombre d'anneaux d'hiver est suivante.

Nombre anneaux hiver	1	2	3	4	5	6	7	+ de 7
Sardines. Audierne ..... %	36	40	4	4	4	8	4	..
Pilchards. Plymouth ..... %	..	2,5	7,6	17,7	29,1	27,9	11,3	3,8
Célans. Boulogne ..... %	..	2,2	8,8	17,7	19,9	37,7	11,1	2,2

Les trois graphiques de la figure (2) représentent cette répartition.

On peut voir que: si en Bretagne, les bancs de sardines sont constitués, en majeure partie, par des individus jeunes à 1 et 2 anneaux d'hiver, les bancs de pilchards et de célans sont, au contraire, constitués par des individus adultes de 4 à 7 anneaux d'hiver, avec une majorité d'individus à 5 et 6 anneaux d'hiver. La différence est parfaitement nette entre les sardines de l'Atlantique et celle de la Manche. Par contre, elle

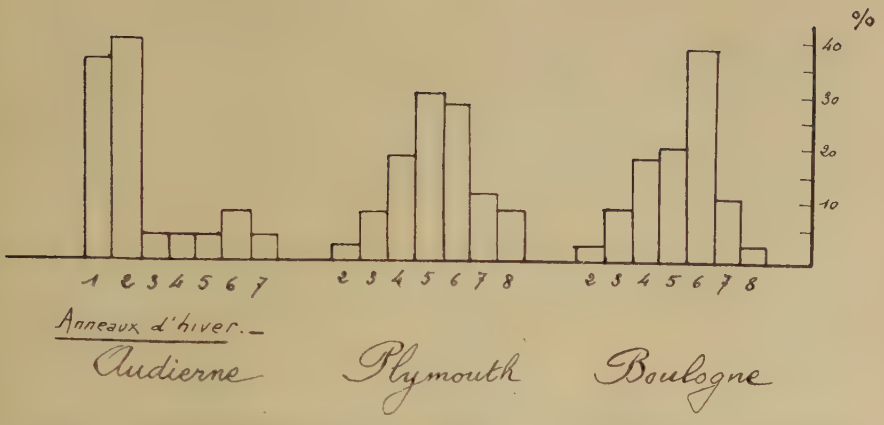


Fig. 2. Répartition suivant l'âge des Sardines de la Manche et de l'Atlantique. (Matériel de 1927).

est extrêmement faible pour les pilchards et les célans, la seule différence portant sur une proportion plus forte d'individus à 6 anneaux chez les célans. Le total des 5 et 6 anneaux d'hiver, qui constituent

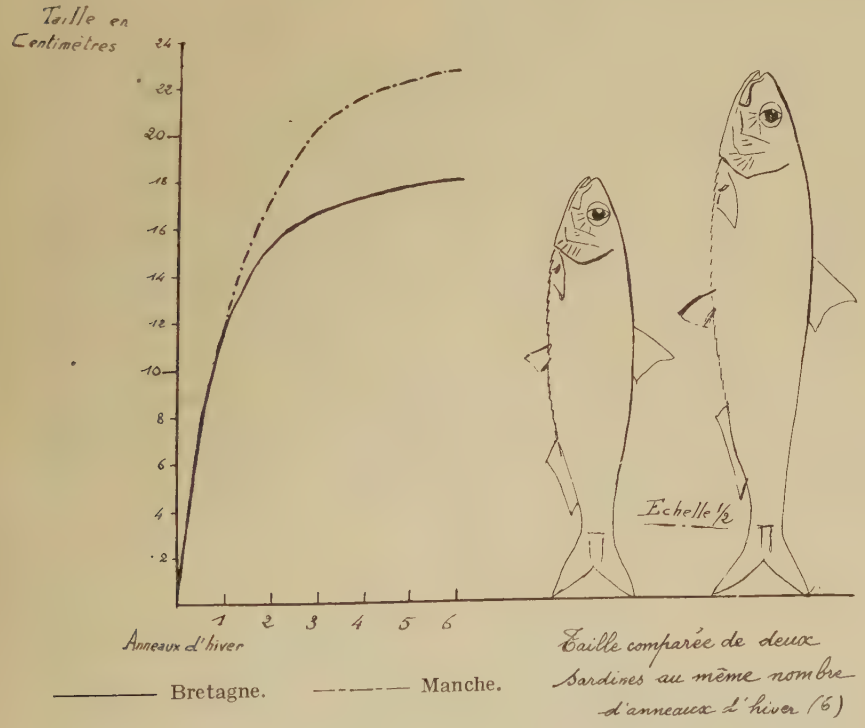


Fig. 3. Croissance comparée des Sardines de Bretagne et de la Manche.

d'ailleurs la majeure partie de la population, restent très sensiblement le même.

Suivant la technique habituelle nous avons calculé la croissance L1, L2, L3, L4, L5, L6 à chaque anneau d'hiver, dans chaque lot. Les résultats sont les suivants, représentés dans les graphiques de la figure 3.

Tailles Cms.	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	Nombre écaillés étudiées
Sardines	12,0	15,7	16,8	17,4	17,9	18,3	25
Pilchards	12,3	17,5	20,4	21,9	22,6	23,1	54
Célans	11,5	17,7	20,9	21,7	22,3	22,8	43

Pour mémoire, nous rappellerons les nombres signalés par Fage (12):

Pour les sardines de	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6
Concarneau	11,4	15,6	17,2	18,0	..	..
Cornwall (après Hjort)	10,1	16,3	19,3	21,2	22,1	23,1
Northumberland (après Storrow)	9,1	16,0	19,9	21,6	22,7	23,3

En tenant compte des techniques différentes employées par les différents travailleurs, on peut voir que ces résultat sont suffisamment voisins pour être comparés, et, il en ressort d'une façon absolument nette, sans toutefois insister sur la croissance de la première année, très variable, l'avons nous déjà signalé, suivant l'époque de la ponte, *que la croissance des sardines de la Manche est tout à fait différente de la croissance des sardines de l'Atlantique, en ce fait que dès la seconde année, elle est nettement plus rapide chez les premières que chez les secondes.*

Ces résultats montrent encore qu'il n'y a pas lieu de faire de distinction dans la vitesse de croissance des pilchards de la Baie de Plymouth et des célans de l'entrée Orientale de la Manche. Les nombres représentant celle-ci étant suffisamment voisins dans les deux cas pour être confondus.

III. Caractères Morphologiques.

Vertèbres. Les vertèbres calculées dans chaque lot de pilchards et de célans ont donné les résultats suivants:

Nombre de vertèbres	Pilchards de Plymouth	Célans de Boulogne
50	2	2
51	7	9
52	23	27
53	11	13
54	6	2
	n.. 49	n.. 53
Moyenne:	52,24	52,03
Standard deviation	0,98	0,94
Erreur probable de la moyenne	0,08	0,09
Fluctuation probable de la moyenne	0,47	0,43

Fage (12) donne 52,33 comme moyenne vertébrale des pilchards de Plymouth, puis: 52,06, chiffre déjà signalé par Heincke (1898). Nos chiffres sont suffisamment voisins pour pouvoir être comparés à ceux donnés par Fage pour les sardines de l'Atlantique, soit:

Sardines de Santander..... 51,69
d'Arcachon..... 51,74
de La Rochelle..... 51,88
de Brest..... 51,78

soit une moyenne de: 51,76 pour les sardines du Golfe de Gascogne.

La moyenne vertébrale des sardines de la Manche est donc nettement différente de celle des sardines du Golfe de Gascogne. Par contre la moyenne vertébrale des pilchards et celle des célans sont suffisamment voisines pour que l'on puisse admettre que les célans et pilchards fassent partie de la même race dite: "Sardines de la Manche".

Les autres mensurations faites nous ont permis d'établir les caractéristiques principales condensées dans le tableau suivant. Pour mémoire, nous avons indiqué entre parenthèses, les chiffres précédemment signalés par Fage.

Caractères	Sardines Atlantique	Pilchards	Célans
Longueur de la tête (100 lcpl.)	20,8 (20,5)	20,21 S. D.: ± 0,7 E. p. M.: ± 0,1 F p. M.: ± 0.5	19,84 S. D : ± 0,6 E. p. M.: ± 0,1 F. p. M.: ± 0,5
Position de la dorsale (D_1): D_1 L/D	2,60 (2,66)	2,677	2,677
Position de la ventrale: V_1 (V_1 L/V)	2,27 F. p. M.: ± 0,05	2,38 F. p. M.: ± 0,04	2,33 F. p. M.: ± 0,04
Position de l'anale: A_1 (A_1L/A)	1,57 F. p. M.: ± 0,04	1,54 F. p. M.: ± 0,04	1,60 F. p. M.: ± 0,04

S. D.: Standard deviation.
E. p. M.: Erreur probable sur la moyenne.
F. p. M.: Fluctuation probable de la moyenne.

Il est ainsi possible de voir que la race de la Manche se distingue nettement par la majorité des caractères, de la race de l'Atlantique, et, que, par contre, les pilchards et les célans présentent des caractéristiques très voisines.

Nous avons vu précédemment que, pour les pilchards et les célans, la distribution par taille et par âge, l'état de maturité aux époques correspondantes de l'année, la croissance, étaient suffisamment rapprochées pour que ces différents caractères biologiques puissent être considérés comme identiques; que les caractéristiques morphologiques: nombre de vertèbres, longueur de la tête, position de la dorsale, position des ventrales et de l'anale sont encore suffisamment voisines pour que les petites différences rencontrées puissent être de l'ordre des erreurs possibles, étant donné surtout le nombre relativement faible d'individus examinés. *Il est donc permis de conclure que les "Célans" de l'entrée Orientale de la Manche et les "Pilchards" de la Baie de Plymouth font partie d'une même race de sardines dites de la "Manche", distincte de la race dite de l'"Atlantique", et qu'ils ne doivent constituer qu'une seule et même population.*

Résumé de nos Connaissances actuelles sur la Bionomie des Sardines de la Manche.

La sardine de la Manche, en tant que race autochtone, a été parfaitement étudiée par les Naturalistes anglais, particulièrement en ce qui concerne les sardines de la côte de Cornwall et du Devon. Fage (12), d'autre part, dans son important travail sur les "Engraulidae et Clupeidae" (Report on the Danish Oceanographical Expeditions 1908—10, to the Mediterranean and adjacent Seas. Nov. 1920) a longuement insisté sur la bionomie de ces sardines. Nous emprunterons beaucoup à ces Auteurs, en ajoutant nos quelques observations personnelles ou celles faites postérieurement à la publication de ces travaux.

Ponte. Epoques et Aires de Ponte.

Dans l'état actuel de nos connaissances, une seule aire de ponte de la sardine en Manche est connue avec certitude. Les Naturalistes anglais la situent à quelques milles au large, 6 à 10 milles et au delà, du Sud-Est au Sud-Ouest d'Eddystone. La ponte débute en Avril dans cette région et se poursuit jusqu'à la fin d'Octobre. (Premières pêches d'œufs signalées: début d'Avril 1921. Dernières pêches: 26 Novembre 1913. M. V. Lebour (16).) La ponte est à son maximum de Juin à Août.

M. V. Lebour (16) signale cependant des individus "bouvards",

c'est-à-dire prêt à pondre, capturés dans le West Channel, le 17 Mars 1921, de même que nous avons déjà signalé un célan "bouvard" capturé le 14 Décembre 1926 au large de Boulogne. A moins d'admettre ces pontes extrêmes comme exceptionelles, *il est permis d'étendre la période de ponte de la sardine en Manche de fin de Mars au début de Décembre.*

N'y a-t-il qu'une seule aire de ponte de la sardine en Manche: A savoir, celle située au large d'Eddystone? L'examen des captures faites par le "Thor" et relevées dans le travail de Fage (12) permet de discuter cette question. (Fig. 4).

Le "Thor" n'a trouvé des œufs de sardines qu'au large d'Eddystone (Station 31: 49°45′ N. 4°42′ W. 7 Mai 1906). Mais les captures de jeunes larves au dessous de 10 millimètres furent plus fréquentes. Le fait peut paraître normal, dans la zone comprise entre les Scillys, Ouessant, La Hague et Start Point, d'Avril à Novembre, puisque l'aire et l'époque de ponte ont été nettement déterminées dans ce quadrilatère. Mais la présence de jeunes larves, et en quantités abondantes, à l'entrée Orientale de la Manche, et dans le Sud de la Mer du Nord:

Station 162. 21 Août 1906:
50°30′ N. 0°12′ W. 73 larves au dessous de 10 mm
Station 99. 30 Juin 1905:
50°43′ N. 0°43′ E. 530 larves au dessous de 10 mm

permet l'hypothèse d'une autre aire de ponte plus Orientale.

Ces larves au dessous d'un centimètre de longueur peuvent être âgées au maximum d'un mois et demi. Il faudrait donc, en admettant l'hypothèse d'une seule aire de ponte, que les œufs pondus presqu'à l'entrée Occidentale de la Manche aient pu parcourir, entraînés par les courants, une distance de 250 milles, pendant une période d'un mois à un mois et demi. Or, la chose est possible, H. W. Harvey (14) après W. Garstang et J. N. Carruthers, a montré qu'un courant E.N.E. dû à la dominance des vents de S.W. pouvait transporter les bouteilles flottantes à travers toute la Manche, avec une vitesse moyenne de six milles par jour. Les expériences poursuivies par Carruthers (2) en Janvier et Février 1923, ont encore montré que les courants de fonds pouvaient également transporter les jeunes larves de poissons, et que tous les jeunes larves capturés dans la Manche, autres celles encore sur les fonds de ponte, pouvaient être rapportables à un autre fond de ponte situé plus à l'Ouest.

Jusqu'au jour, où une pêche planctonique révèlera la présence d'œufs de sardines dans la partie Orientale de la Manche, il restera donc logique

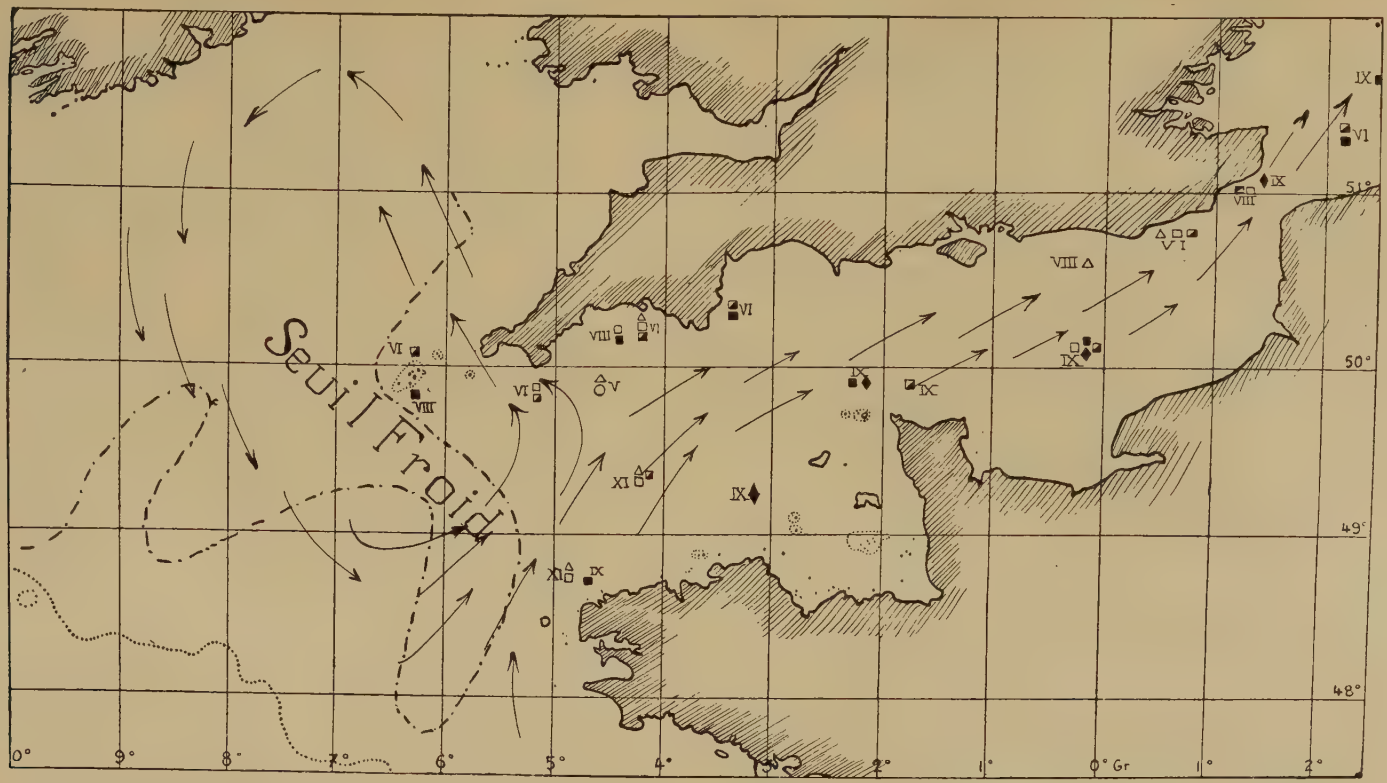


Fig. 4. Carte montrant le mouvement des eaux en Manche (d'après H. W. Harvey) et les Stations où furent recueillies des larves de Sardines par le »Thor«.

O Oeufs.
△ Larves de 2 à 10 mm.
□ Larves de 10 à 15 mm.
◪ Larves de 15 à 20 mm.
■ Larves de 20 à 25 mm.
♦ Larves de plus de 25 mm.
—·—·— Limite du Seuil Froid à l'entrée Occidentale de la Manche (d'après E. Le Danois).

de n'attribuer à la sardine de la Manche qu'une seule aire de ponte, au Sud de la Baie de Plymouth, et à l'entrée Occidentale de cette mer.

D'après Fage (12), la ponte et le développement des larves de sardines nécessitent une température supérieure à 12 degrés. Cependant, et bien que cet Auteur ait tenu compte des conditions de température rencontrées en Manche, de Mai à Août, dans la région de ponte des sardines, il y a lieu de noter que cette ponte commence en réalité dès Avril, puis qu'en Mai, elle est déjà abondante. Or, la température à cette époque n'est que de 9 degrés en Avril, et de 10 à 11 degrés en Mai. De plus, à la station 31 du "Thor" 1906, où furent récoltés les œufs de sardines, la température en surface n'était que 9°9 degrés. *La sardine de la Manche peut donc pondre dans des eaux à température inférieure à 12 degrés et, pour cette race particulière le minimum de température pouvant conditionner la ponte peut être rabaissé entre 9 et 10 degrés, le maximum de la ponte se passant toutefois dans des eaux à température au dessus de 12 degrés.*

La salinité des eaux dans la région de ponte atteint, d'ailleurs, dès Mars, la moyenne de 35,2 pour mille déjà signalée par Fage.

Les Larves et les Immatures.

Les larves de sardines de 10 à 40 millimètres, c'est-à-dire âgées de deux à quatre mois environ sont abondantes dans toute la Manche de Mai à Novembre, au large comme à la côte.

Leur distribution peut encore s'expliquer par le régime des courants, et la variété dans leur taille par la succession de pontes qui s'effectuent d'Avril à Novembre.

Ces jeunes alevins se métamorphosent, entre le quatrième et le cinquième mois de leur existence, quand leur taille atteint de 40 à 50 millimètres (M. V. Lebour, 16). Ces petits immatures, complètement couverts d'écailles, apparaissent dès lors plus nombreux dans les eaux côtières, et de Septembre à Novembre, les individus de 39 à 90 millimètres sont abondants à l'entrée de Plymouth et sur les côtes du Devon et de Cornwall où on les capture en même temps que de jeunes harengs et sprats (M. V. Lebour (16), Clark (4)).

On peut les rencontrer également sur les côtes de France. A. Cligny (1914) (6) signale la présence, en quantités abondantes, sur la Plage du Portel, près de Boulogne, dans le port en eau profonde de Boulogne, pendant les mois de Septembre et d'Octobre 1905, de très jeunes sardines de 38 à 60 millimètres (approximativement de 4 à 6 mois). L'année suivante à la même époque, il en captura encore quelques unes, et attribua leur présence à l'influx important en Manche des eaux salées atlantiques

pendant ces deux années consécutives. A la même époque, l'an dernier, (Septembre 1927) nous avons pu également constater l'abondance de petites sardines de 40 à 65 centimètres à l'entrée même du bassin à flot dans le port de Boulogne. Leur présence persista jusqu'au début d'Octobre.

Chevey (3) constate encore la présence de ces jeunes sardines dans les bas-parcs et pêcheries fixes de la Baie du Mont Saint Michel, de la fin de Mai à Septembre. Les mensurations faites par P. Chevey montrent que les premiers individus qui apparaissent dans les pêcheries, dans la deuxième quinzaine de Mai, ont de 38 à 48 millimètres de long. Ce sont, de toute évidence des sardines nées à l'automne de l'année précédente. En Juin ces jeunes sardines se retrouvent avec une taille de 50 à 62 millimètres, puis de 54 à 70 millimètres en Juillet, de 55 à 85 millimètres en Août (+ un de 95 mm Août 1923). A cette époque apparaissent également dans la pêcherie des jeunes de 35 à 38 millimètres, vraisemblablement nées dans l'année, on les retrouve encore en Septembre avec 36 à 40 millimètres de long alors que les sardines plus âgées, (nées de l'année précédente), disparaissent, leur taille maximum étant à ce moment de 85 à 95 millimètres. Les jeunes sardines de l'année disparaissent d'ailleurs presqu'aussitôt des pêcheries de la région de Cancale. En Angleterre, nous avons vu que ces jeunes sardines restent sur les côtes de Devon et de Cornwall jusqu'aux environs de Noël.

En somme, les jeunes sardines immatures, de 35 à 95 millimètres passent leur existence dans la zone côtière, peu sensibles aux variations de salinités, puisqu'elles pénètrent jusque dans les embouchures et les estuaires, par contre, plus sensibles aux variations de températures puisqu'elles disparaissent de la région côtière dès les premiers froids. Leur distribution sur les côtes de la Manche doit être plus fréquente qu'on ne se le représente d'après les quelques captures signalées, et il serait intéressant d'examiner avec attention les pêches de petits clupéides faites tout le long du littoral de la Manche, pendant la belle saison, et désignées sous le nom de "blanches", "blanchailles", "grado" etc. On y rencontrerait probablement une proportion plus ou moins forte de jeunes sardines.

En hiver, elles disparaissent de la région côtière, gagnant sans doute le large et les eaux plus profondes. Elles mesurent à ce moment de 6 à 9 centimètres. Mais, cette disparition est de longue durée, car, fait curieux, les sardines immatures de 10 à 16 centimètres sont très rares dans toute la Manche, et les seuls poissons que l'on retrouve ont de 17 à 23 centimètres et plus de longueur et sont, au minimum, dans la troisième année de leur existence.

Ainsi, cette sardine qui a quitté la côte au début de son premier hiver, n'y réapparait qu'après deux hivers complets et un été passés dans des régions que nous ignorons totalement. Elle revient adulte et fait dès lors l'objet d'une pêche abondante sur les côtes de Cornwall et du Devon, en Angleterre, moins abondante, mais régulière, sur les côtes de Picardie et du Boulonnais, en France.

La Sardine adulte de la Manche.

Il y a ainsi, toute l'année, de la sardine adulte en Manche. Les statistiques anglaises, rapportant les quantités de sardines prises aux filets dérivants sur les côtes anglaises, de Cornwall et du Devon particulièrement, montrent que la pêche, presque nulle aux premiers mois de l'année: de Janvier à Mai, devient importante de Juin à Novembre avec un maximum en Août et Septembre. En Novembre, elle diminue, se poursuit encore parfois pendant le mois de Décembre pour tomber enfin à son minimum en Janvier. C'est au moment où cette pêche diminue dans la baie de Plymouth, que les célans apparaissent à l'entrée orientale de la Manche et sont capturés dans les filets dérivants de fin d'Octobre à fin de Décembre. Les sardines semblent ensuite avoir disparu dans les eaux de surface en Manche. Mais, les chalutiers opèrant à l'entrée de la Baie de Plymouth, de Start Point à Land's End, prennent sur le fond, dès la fin de Janvier, et en quantités de plus en plus importantes à mesure que la saison s'avance: en Février, Mars, Avril, d'abondantes quantités de sardines dont l'état sexuel approche de plus en plus de la maturité. Les pêches les meilleures se faisant en fin de Mars et Avril, précisément dans la région où doit se produire la ponte, il est permis d'admettre qu'un rassemblement sur le fond des individus reproducteurs se produit ici encore, comme pour les harengs, quelque temps avant la ponte. Après la ponte, les sardines rejoignent les eaux côtières de la Baie de Plymouth et la grande majorité des individus capturés dans cette région, au moment de la saison de pêche aux filets dérivants sont des poissons "guais" c'est-à-dire ayant jeté leurs œufs. *La ponte se produit ainsi au large et la migration vers la côte est une migration de nutrition ou trophique.*

A l'automne, les chalutiers opérant encore dans cette même région capturent également, sur le fond, d'abondantes quantités de sardines, or à la même époque, les drifters anglais peuvent en pêcher en surface. Les meilleures pêches des chalutiers se font le matin au petit jour, tandis que les pêches en surface se font la nuit. *Les sardines effectuent donc, outre ce déplacement trophique horizontal du large vers la côte, un déplacement vertical, du fond à la surface et réciproquement, dont les conditions*

sont encore indéterminées. C'est encore un point commun de la biologie de la sardine avec la biologie du hareng.

Résumé et Conclusions.

En résumé, la sardine de la Manche peut être considérée comme constituant une race particulière et une seule population. Cette population constituée par des jeunes immatures et des individus adultes, occupe principalement l'aire Occidentale de la Manche, mais peut être rencontrée à différentes époques dans la partie Orientale de cette mer. La ponte s'effectue d'Avril à Novembre, au large de la baie de Plymouth à l'entrée Occidentale de la Manche, seule aire de ponte actuellement connue avec certitude. Les jeunes larves, dénatantes, sont largement dispersées dans toute la Manche et transportées par les courants peuvent être retrouvées jusqu'à l'entrée de la Mer du Nord. Les jeunes immatures fréquentent la région côtière pénétrant dans les baies, les estuaires, ils disparaissent à l'hiver, et ne reparaissent en Manche que devenus adultes, soit après une période de deux hivers et d'un été passés probablement au large, dans des conditions encore inconnues. Les adultes de plus de 3 ans font l'objet d'une pêche abondante, aux filets dérivants sur les côtes du Devon et de Cornwall, de Mai à Décembre. Ils sont retrouvés à l'entrée Orientale de la Manche, où on les capture dans les filets à harengs d'Octobre à fin de Décembre et se rassemblent ensuite sur les fonds au large de la Baie de Plymouth, dans le voisinage des lieux de ponte, pendant que se termine leur maturité. Après la ponte, ils se dirigent vers la côte à la recherche d'une nourriture abondante et c'est à ce moment que leur pêche se poursuit avec le plus d'intensité.

En conclusion, un point reste obscur dans la bionomie de ces sardines de la Manche, et ce point est extrêmement important au point de vue pratique. Où vont, pendant leur deuxième année d'existence, les sardines immatures de la Manche, longues de 9 à 15 centimètres? Il est de toute évidence, dans l'état actuel de nos connaissances sur la biologie des Clupéides et de la sardine en particulier, que ces poissons ne restent pas dispersés et doivent se rassembler dans une région quelconque. Fage, qui a déjà mis nettement en évidence l'importance au point de vue pratique de cette question, suppose, en se basant sur la biologie des jeunes sardines immatures du Golfe de Gascogne, que leurs déplacements sont règlés, de la même façon, par le jeu des courants; car, c'est en remontant les courants "que les immatures, au printemps, se dispersent du Sud au Nord, le long des côtes du Golfe de Gascogne". C'est donc, étant donné la direction N.E. dominante des courants dans toute la Manche, à l'entrée Occidentale de cette mer et plus au large qu'il

faudrait chercher ces rassemblements. La barrière d'eaux froides et dessalées, du Sud des Iles Scillys, décrite par Le Danois, pouvant être d'ailleurs un obstacle à leur migration Occidentale.

Bibliographie.

(1) 1917. Allen, E. J. Post larval Teleosteans collected near Plymouth during the summer of 1914. (Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XI. N. S. 2).

(2) 1924. Carruthers, J. N. The water Movements of the North Sea in relation to the Geographical Distribution of Post Larval Herring. (Fishery Investigations. Ser. II. Vol. VII. No. 4. Appendix).

(3) 1925. Chevey, P. Rapport sur les Pêcheries ou Bouchots de la Baie du Mont Saint Michel. (Notes et Mémoires de l'Office Scient. Techn. Pêches Maritimes. No. 44.)

(4) 1914. Clark, R. S. General report on the larval and post larval Teleosteans in Plymouth Waters. (Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. X. N. S. 2.)

(5) 1920. Clark, R. S. The Pelagic young and early bottom Stages of Teleosteans. (Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XII. N. S. 2.)

(6) 1913. Cligny, A. Sardines et Pseudo Sardines. Contribution à l'histoire de la pêche et de l'industrie sardinière. (Ann. Station Aquicole. Boulogne sur Mer. N. S. Vol. III.)

(7) 1914. Cligny, A. La Sardine dans le Pas de Calais. (VI^{ème} Congrès de Pêches Maritimes Tunis. 1914.)

(8) 1899. Cunningham, J. T. The capture of small Pilchards for the Sardine Industry. (Cornwall County Council. E. H. Ruscoe. Louth.)

(9) 1900. Cunningham, J. T. Fishing with small meshed nets for small Pilchards. (Cornwall County Council. J. Lander. Helston.)

(10) 1894. Cunningham, J. T. The Life History of the Pilchard. (Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. II. N. S.)

(11) 1913. Fage, L. Recherches sur la biologie de la Sardine. (Archiv. Zool. Expér. et Gén. Tome 52.)

(12) 1920. Fage, L. Engraulidae-Clupeidae. (Report of the Danish Oceanographical Expedition. 1908—1910, to the Mediterranean and adjacent Seas. Vol. II. Biology A. 9.)

(13) 1920. Fage, L. Rapport sur la Sardine. (Notes et Mémoires de l'Off. Scient. Techn. Pêches Marit. No. 1.)

(14) 1924. H. W. Harvey. Hydrography of the English Channel. (Rapport Atlantique. Conseil Intern. Exploration de la Mer 1924.)

(15) 1910. Hefford, A. E. Notes on Teleostean Ova and Larvae. (Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. IX. N. S. 2.)

(16) 1912. Lebour, M. V. The Larval and Post Larval Stages of the Pilchard, Sprat and Herring from Plymouth District. (Journ. Mar. Biol. Assoc. Vol. XII. N. S. 2.)

(17) 1923. Le Danois, E. Étude Hydrologique de l'Atlantique Nord. (Ann. Institut Océanographique. N. S. Tome I. Vol. I.)

(18) 1890. Sauvage, H. E. De la présence du Célan sur les côtes du Boulonnais. (Bull. Soc. Nationale Acclimat. P. 699.)

Some Spawning Places of the Herring of the Southern North Sea.

By

W. C. Hodgson, M. Sc.

Fisheries Laboratory, Lowestoft.

Since 1921, it has been the practice of the Fishery Officers at the various ports to gather information which would indicate the places where the herrings spawn, along the East coast of England.

Indirect evidence of spawning is furnished by reports of the catching of "spawny" haddocks and codlings, by instances of the deposition of spawn on crab-pots, and by the appearance of fairly large quantities of spawn among the catches of commercial trawlers.

"Spawny" haddock landings are the commonest means of locating the spawning grounds of the English coast, and it is natural that the grounds of the north-east coast should be more clearly defined than the more southerly ones, since haddocks are never found in any great quantity south of 54° N.

In the southern area, fragments of evidence are supplied by the occurrence of herring spawn in the stomachs of Dabs, near Folkestone, and by occasional reports of spawn on nets in the eastern part of the English Channel.

Although the presence of "spawny" haddock on the north-east coast in early Autumn, has been known for many years — Russell (5) discussed it in 1911 — it is felt that the present collection and charting of the data will form a useful addition to the work already done for the Northern North Sea by Bowman (2), and for the Jutland Bank by Johansen (4).

Table 1 shows the quantity of "spawny" haddocks caught and position of the catches, or alternatively, the names of the other fishes which had been feeding on spawn. Figure 1 shows the northern part of the area under discussion, and comprises that part of the sea between 53° N. and 56° N., and west of 5° E.

Table 1.

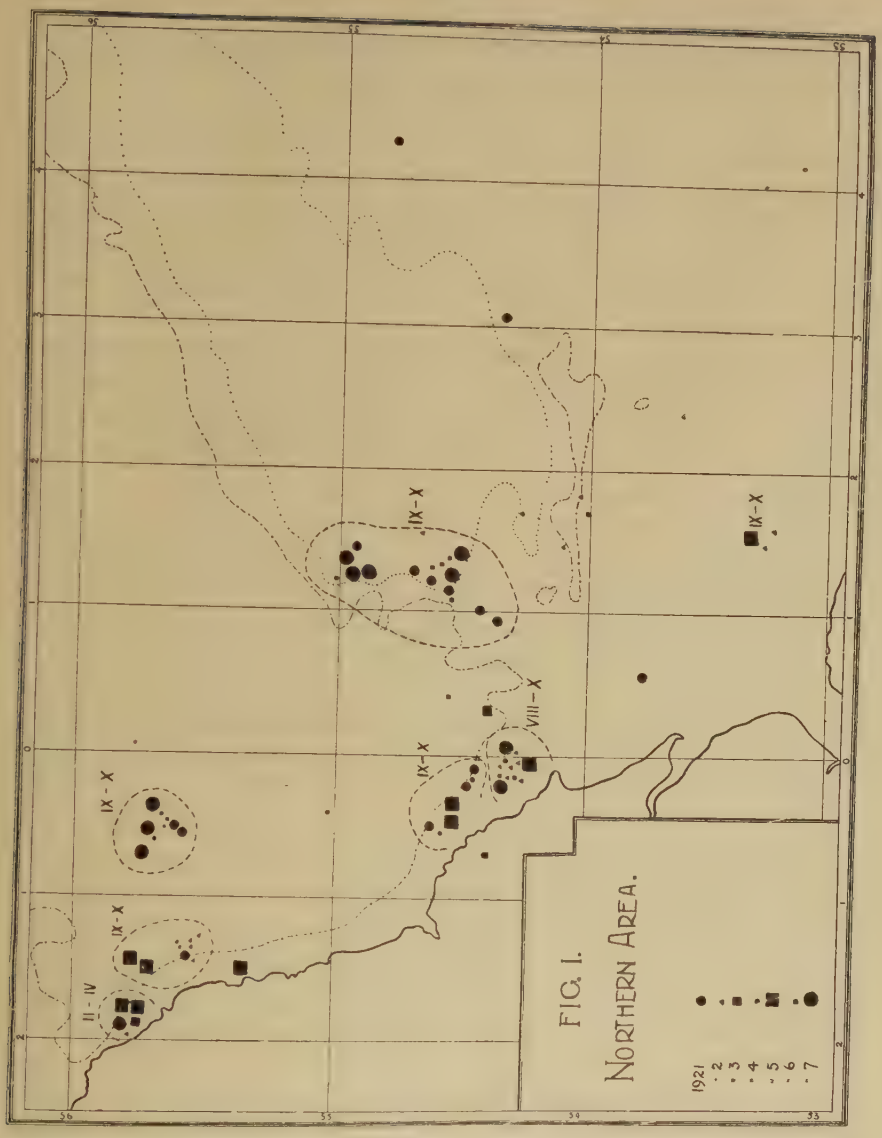
Year	Month	Quantity	Location
1921	VIII	..	14′ N.E. Scarboro' Castle
—	IX	..	7′ S.E. Longstone L. Ho.
—	—	..	45′ N.E. × E. of Tyne
—	X	50 bask.	87′ N.E. × N. Smith's Knoll
—	—	..	24′ E.S.E. Hartlepool
—	—	..	12′ E. × S. Whitby
—	—	5 tons	100′ E. × S.$^1/_2$ S. of Tyne
—	—	..	47′ N.E. × E. of Tyne
—	—	..	80′ E.N.E. Gt. Silver Pits
—	—	..	18′ E.N.E. Spurn
—	—	..	80′ N.E. Spurn
—	—	..	75′ — —
—	—	..	70′ — —
—	—	..	55′ — —
—	—	..	60′ — —
—	XI	med. cod.	Near Haisboro' L.V.
—	XII	..	Colbart Ridge
—	—	Dabs	Galloper Ground
1922	IV	Codling	1′ off Berwick
—	VIII	103 cwts.	8′ E. × N. Scarboro'
—	—	84 —	10′ E.N.E. —
—	—	55 —	5′ E. —
—	—	76 —	7′ E.N.E. —
—	—	330 —	10′ E. —
—	—	30 —	12′ E. —
—	IX	..	70′ E.N.E. Spurn
—	—	..	80′ E. × S. Spurn
—	—	..	65′ E. × N. Spurn
—	—	Spawn on nets	Cromer Knoll
—	—	88 cwts.	8′ S.E. Longstone
—	—	70 —	10′ — —
—	—	85 —	15′ — —
—	—	130 —	10′ — —
—	—	400 —	8′ — —
—	—	270 —	8′ — —
—	—	263 —	8—15′ S.E. Longstone
—	X	10 bask.	84′ N.E.$^1/_2$E. Spurn
—	—	Spawn on nets	6′ S.E. Cromer Knoll
—	XI	..	123′ S.E.$^1/_4$E. to S.E.$^1/_4$S. of Tyne
1923	III	spawn on crab-pots	2$^3/_4$′ E.S.E. Berwick
—	X	13 cwts.	24′ E. × N. Scarboro'
—	XI	Spawn in cod-end	Sandettie
—	XII	Spawn on nets	Dungeness E. roads
1924	VIII	3 boxes	21′ N.$^3/_4$E. Flamboro'
—	IX	31 cwts.	Castle Ground

Table 1 (continued).

Year	Month	Quantity	Location
1925	III	Codling	3½′ E.S.E. Berwick
—	IV & V	—	3½′ S.E. Berwick
—	VIII	18 cwts.	48′ S.E. Hartlepool
—	IX	42 —	27′ S.E. × E. Hartlepool
—	—	131 boxes	Off Whitby
—	—	220 boxes	10′ N.E. Longstone L. Ho.
—	X	77 cwts.	7′ N.E. —
—	—	..	Craster Smooth
—	XI	17 bask. Codling	E. side of Haddock Bank
1926	IX	..	Castle Ground
—	—	198 cwts.	48′ N.E. × E. Tyne
—	—	29 —	50′ N.E. × E. Tyne
—	—	32 —	47′ N.E. × E. Tyne
—	X	50 —	Off Scarboro'
—	—	100 —	60′ N.N.E. Spurn L. Ho.
—	—	70 —	90′ N. Spurn L. Ho.
—	—	108 —	Southernmost Rough
—	—	29 —	Southernmost Rough
—	—	20 —	Off Whitby
—	—	100 —	N.W. Rough
—	—	196 —	Southernmost Rough
—	—	98 —	48′ N.E.½E. Tyne
—	—	70 —	60′ E. × N. Spurn
—	—	35 —	70′ N.E. Spurn
1927	II	Codling	5—6′ S.E. Berwick
—	IX	39 cwts.	Castle Ground
—	—	73 —	— —
—	—	118 —	50′ N.E. Tyne
—	—	180 —	N.W. Rough
—	—	20 —	— —
—	—	12 —	Southernmost Rough
—	—	30 —	— —
—	—	19 —	N.W. Rough
—	X	150 —	50′ N.E.½E. Tyne
—	—	120 —	50′ N.E. × E. Tyne

The positions of the spawny-haddock captures plainly group themselves into five distinct patches, thus showing that the herrings are either able to select the best grounds for spawning, or follow by instinct the practice of their ancestors.

From February to May, codlings which have fed on spawn, have been caught within three miles of Berwick, and the fresh spawn has also been found on crab-pots on this ground. This area probably con-



stitutes the southern limit of the Spring Spawning of the Firth of Forth herrings as shown by BOWMAN.

Off the Northumberland coast are two grounds, on both of which spawn is deposited in September and October. The inner, or Longstone ground is a well-known spawning place and RUSSELL (5) showed that in August 1911, large quantities of spawny haddocks were landed from this area. Since 1921, there is no record of spawning having taken place before September and this is confirmed[1]) by the examination of female

[1]) HODGSON, W. C. Fish. Invest. Ser. II. Vol. VIII. No. 5. 1925.

herrings from this ground in 1922, 1923 and 1924. It was found that the maturity stages (HJORT's scale) of these fish were III, IV and V in July and August.

The outer ground is probably closely related to the Longstone ground, since spawning takes place in each area during the same months.

On the Yorkshire coast, an inshore and an off-shore ground are again present. The inshore area seems to be sub-divided into (1) a ground whose centre lies approximately 10 m. N.E. of Whitby and (2) one around a point of 10 m. N.E. of Scarborough (The Castle Ground).

The northern part of the inshore ground is visited by spawning herrings in September and October, but, on the Castle Ground spawning takes place as early as August, and also later, at the same times as on the Whitby ground. Here, then, we have the earliest recorded spawning of the Autumn herrings of the English coast, since 1921.

The off-shore ground in this region is bounded by 54° and 55° N. and 1° and 2° E.; it lies to the west of the Dogger Bank and is made up of the grounds which are known as the North-West Rough, and the Southernmost Rough. Table 1 shows that hauls of 180 cwts. and 196 cwts. of spawny haddock were taken during one trip by trawlers fishing in these areas, so that here the deposition of spawn seems to be considerable. The remaining isolated positions to the east and south of the Dogger Bank are interesting but are too scattered to indicate a definite spawning place.

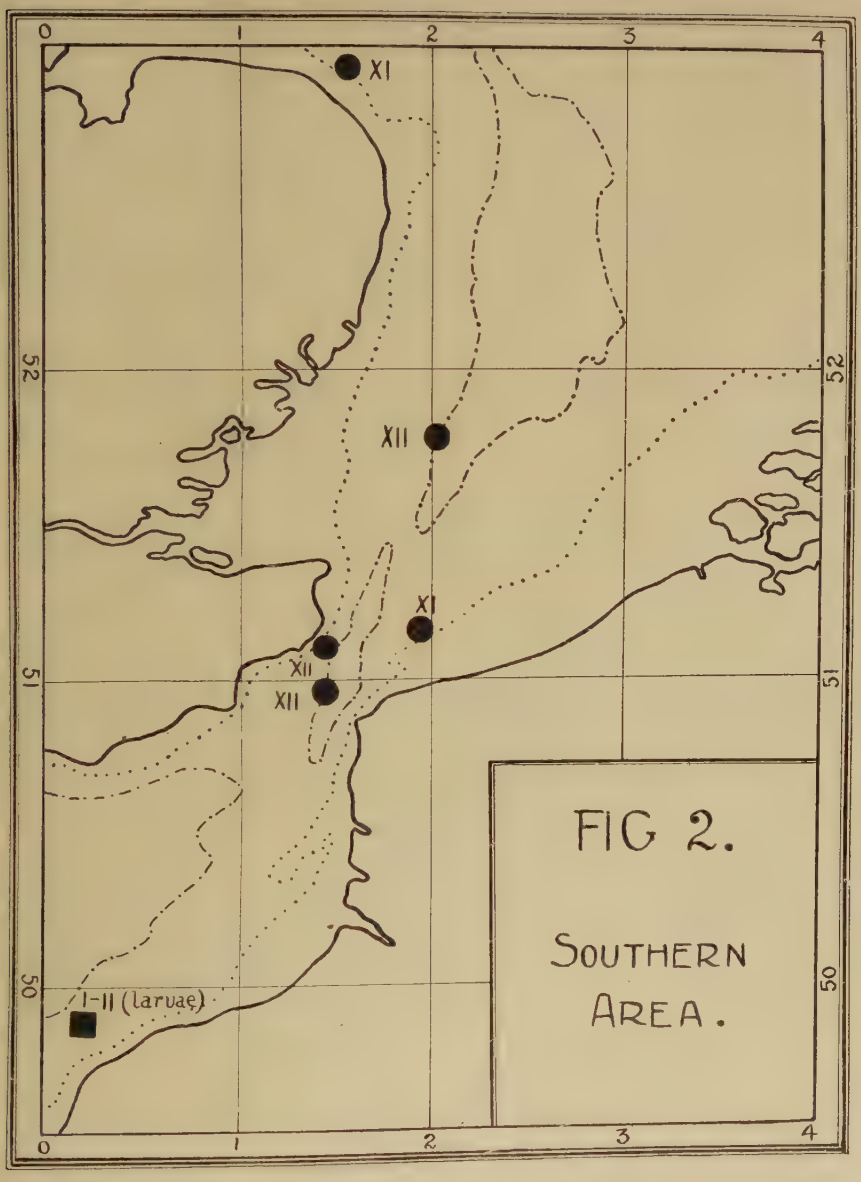
Having outlined the known spawning grounds in the northern part of the sea under discussion, let us now examine the nature of the sea bottom where these grounds are situated.

BORLEY (1) in his survey of the bottom deposits of the Southern North Sea, has graded his samples according to the diameter of the stones, gravel, sand, etc., which passed through sieves of various sized mesh, and the distribution of the different categories has been shown in his charts.

The Longstone ground and the outer ground (or "North-East Bank" as OLSEN names it) are made up mainly of "coarse" and "medium" sand, and on the former ground are found traces of "stones" in a quantity which appeared to be too small to produce a contour. OLSEN's chart shows "stones and gravel" on the outer bank.

On the Whitby and Scarborough grounds are "stones" and "very coarse" to "fine" gravel; the spawning place on the western edge of the Dogger Bank is composed of "stones" and "medium" sand.

It is, in fact, obvious from Borley's charts that all "rough" ground lies to the west of 3° E., which line is also, as far as we know, the eastern limit of the spawning grounds of the Southern North Sea herrings.



The "Cromer Knoll" area, which is a well-known spawning ground in October, is shown in the present records by the occurrence of spawn in the drift nets.

The sea bottom here is "stony" and there is also a large amount of gravel of different grades.

In the Southern Bight and eastern part of the English channel (Fig. 2), on only five occasions was the presence of spawn reported. Near the Haisboro' L.V. medium sized cod were found to contain spawn in Novem-

ber, 1921, and it is possible that this area is an extension of the Cromer Knoll spawning ground.

The Galloper Ground, where "spawny" cod were caught, and Sandettie, where spawn is often reported as having been taken in the trawls of commercial vessels, are both grounds where "mazy" herrings congregate in November or December.

The spawning at these places appears to be very important, for, in 1923 and 1924 it was observed that 87 % and 76 % of the females in samples from the Galloper and Sandettie grounds respectively, were actually spawning.

The remaining grounds for which evidence of spawning is available, were Dungeness Roads, where spawn was found on the nets, and on the Colbart Ridge off Folkestone, where dabs were found feeding on spawn.

The nature of the sea bottom deposits on the Galloper and Sandettie grounds is "rough", and BORLEY shows the presence of stones and gravel in these areas.

Similar conditions are found near Dungeness and on the Colbart Ridge.

Most of the evidence of spawning shown substantiates the conclusions formed by WALLACE (6), who, by locating the presence of newly hatched larvae deduced the positions of the spawning places of the herrings of the English east coast, during Autumn and Winter.

Another ground which may be mentioned here is that off Cap d'Antifer on the French coast of the English Channel, where, in January-February 1922, larvae were caught at the rate of more than 3,000 per 10 minutes fishing. This is believed to be the position at which the latest spawning of the winter herring of the Southern North Sea takes place.

Literature.

(1) BORLEY, J. O. "The Marine Deposits of the Southern North Sea". Fish. Invest. Ser. II. Vol. IV. No. 6. 1923.

(2) BOWMAN, A. Fish. Scotland. Sci. Invest. 1922. IV.

(3) HODGSON, W. C. Fish. Invest. Ser. II. Vol. VIII. No. 5. 1925.

(4) JOHANSEN, A. C. "On the Migrations of the Herring". Journ. du Conseil. Vol. II. No. 1. 1927.

(5) RUSSELL, E. S. Fish. Invest. Ser. II. Vol. I. 1914.

(6) WALLACE, W. Fish. Invest. Ser. II. Vol. VII. No. 4. 1924.

The Daily Rate of Growth of Oysters during Summer.

By

Dr. **B. Havinga,**

Inshore Fisheries Laboratory, Amsterdam.

I. The Rate of Growth in general.

During summer 1927 I made experiments on the rate of growth of oysters, in order to compare their individual behaviour, if they were kept under the same conditions, and to determine the influence of some factors of environment on growth. I thought it necessary for this purpose to determine the rate of growth daily or at least at very short intervals, but it proved that the ordinary methods of investigation were not sufficiently accurate. In trying to find a precise method two ways could be followed: measuring and weighing. The first, however, can be excluded, if we consider that the increase in size of one single oyster is very irregular. For it is a well known fact that the shell of an oyster shows a periodic growth even in summer: in only a few days the whole of a fresh shoot is formed, first very thin but then regularly increasing in thickness. And it often happens that, when once a shoot is formed, the size of the shell does not increase for some time. This is most obvious in the older oysters, which often do not form more than one shoot a year. If therefore the rate of growth was only measured, we should find a very high figure for a few days and an absolute rest for a long period. Besides, very accurate measuring of oysters implies great technical difficulties: rulers can not be used as by a mere touch the very thin edge of the shoot is broken off. It is also to be feared that the rate of growth is affected by the handling and measuring of the oyster: ORTON[1]) found that this same treatment of *Cardium edule* caused the forming of, what he called, disturbance rings in the shell, that were sometimes very clearly pronounced.

[1]) J. H. ORTON. On the rate of growth of *Cardium edule*. Journ. Mar. Biol. Assoc. XIV. 1926.

A much better idea of the rate of growth will be afforded by weighing, but this also implies some technical difficulties, as everyone knows who has experience in weighing Lamellibranchs. If one takes an oyster out of the water a certain, but not constant, quantity of water adheres to the shell. It is of course possible to remove this carefully, but firstly this procedure takes much time and moreover the oyster loses a part of the water contained in the shell. Also the danger is great that a part of this water is squeezed out, as by the drying off, the upper shell, with its elastic lamellae at the edge, is somewhat pressed in. Also there is a risk that the very thin growth-rings may break off and that the rate of growth may be affected by this manipulation.

One can avoid all these difficulties, if the oyster is not weighed in the air but immersed in seawater. If then care is only taken that the oyster does not contain air within the shell, one finds that very precise results are obtained. The presence of a small amount of algae or mud on the shell does not affect the results as the weight of these, when immersed in seawater, is approximately nil. Only lime-producing organisms such as *Balanus* or *Potamoceros* should be removed carefully.

During the experiment the oysters were kept in a cage made of iron-gauze, the meshes of which were about 20 mm; it was therefore impossible for animals that could damage the oysters, such as *Asterias* and *Carcinus*, to get in. The cage stood on the paved bottom of an oyster-basin at Bergen op Zoom in which a regular current, on the whole independent of the differences in neap- and spring-tides, was maintained.

When the cage was hauled the oysters were laid down in a basin containing the same water as that in which they lived, and then transported to the laboratory. The water in the cup in which they were weighed one by one, was renewed every day, in order to be sure that they were not injured by sudden changes of temperature and salinity. The manipulation of the very tiny oysters of e.g. 15 mm. without touching their very thin edges proved to be effected easiest with cover glass forceps.

One of the pans of the balance used was replaced by a frame-work made of strips of celluloid, suspended to the balance by thin silver wires. The celluloid was always kept under water, in which its keeps a fairly constant weight, provided it has first been immersed in the water for a few hours to get rid of the fine airbubbles that adhere to its surface. The weighing itself did not present any difficulties; it does not take more time than dry-weighing, as the swinging of the balance is almost immediately checked by the water.

The little oysters of less than 2 gr.[1]) were weighed correct to 5 mgr.,

the larger ones to 10 mgr. The differences in specific gravity of the water were neglected as being of no importance for the general results: it lay nearly always between 1.020 & 1.0205.

That the method is reasonably accurate can be shown by the following example: one oyster did not grow at all between June 10—26, during these 16 days the weight was determined 10 times as 425 mgr. and 6 times as 420 mgr., evidently the real weight was 423, and 10 times the error was +2 mgr. and 6 times —3 mgr. It is therefore very probable that the error in the weight in all these determinations was less than 1 %. As the normal daily increase of oysters of this size is about 15 mgr. (rising to 100 mgr. when they grow older), it is evident that this mistake will not be of much importance, even for the smallest oysters on which the experiment was carried out. Besides, the figures to be compared were always combined for a number of individuals or for a number of days and often for both; so one can expect that eventual errors in weighing are sufficiently neutralized.

It is evident that by this way of investigation the increase in weight of those organs only is determined that have a high specific gravity, and this is only the shell. That of the fleshy parts is but little more than 1 and moreover their increase in bulk but small, so that practically only the increase in weight of the shell is determined. That the fleshy parts of the immersed oyster form a small proportion of the total weight, can be concluded from the following experiment, in which oysters and afterwards their shells and fleshy parts were weighed in the air and in seawater.

	Oyster	Shell	Fleshy parts	Percentage fleshy parts
Weight in air	27,30	20,43	3,69	13,5
Weight in seawater	12,36	12,13	0,19	1,5

As material for the investigation oysters were selected of 1, 2 and 3 years old and older. The 1 year old oysters were spat of the year before settled on tiles. In removing them from the tiles they were injured more or less as is practically always the case; 2 of the 6 used died shortly after and probably in consequence of this manipulation. Of the other oysters, 19 in number, on which the experiment was carried on from the beginning of June to August 15, none died.

If we begin to consider the increase in size of the 1 year old oysters

[1]) If not otherwise stated, the weights given always relate to the weight of the m mersed oysters.

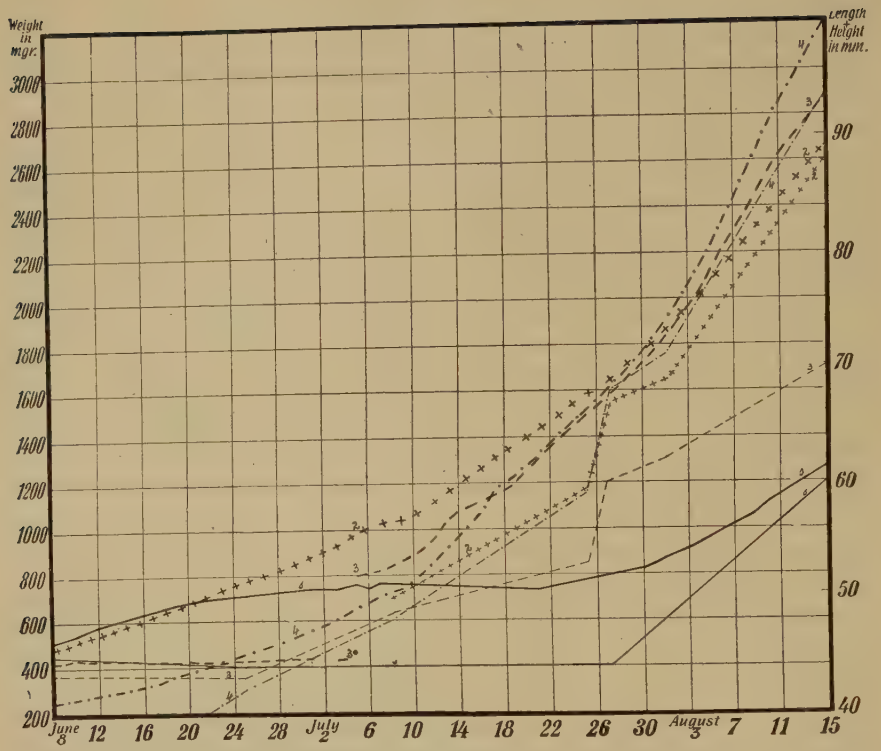


Fig. 1. The thick lines represent the weight of approximately 1 year old oysters (Nos. 1—4) according to daily observations; scale on the left side. The thinner lines represent the size of the same oysters (length + height) scale on the right side.

— Figure 1, plotted according to the daily determinations — it is at first very obvious that there are very important individual differences. No. 3* is the individual cited above with the constant weight from June 10—26. The lack of growth was probably the consequence of the damage caused by the removal of the oyster from the tile. On June 27 this specimen showed a little increase in weight and on June 29 it reached 435 mgr., then it decreased again a little till July 4; the next day it was dead. Is was then replaced by an individual of 800 mgr.

Very remarkable is the retardation in growth of No. 1. It is improbable that in this case the damage caused by removal from the tile can give the explanation: firstly because this specimen was the least damaged of all and secondly because the rate of growth from June 8—20 — the time immediately after removal — is normal, about the same as in No. 2 and 4. The weight is fairly constant from July 1—13, and then it decreases a little till July 24, probably caused by the solution or by the crumbling down of the lime from the tiles adhering to the shell.

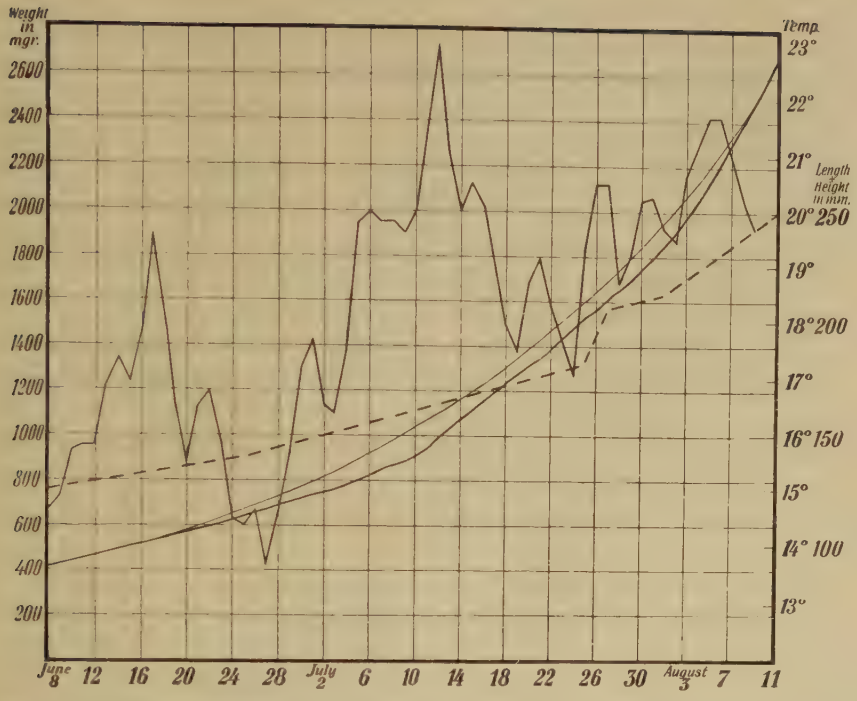


Fig. 2. The thick curve (scale on the left side) represents the average weight of oysters No. 2, 3 and 4 in Figure 1. The thin curve is a parabola constructed for a daily increase in weight of 2.94 per cent. The discontinuous line denotes the size (length + height of the oysters combined, scale on the right side). The temperature is given by the thick zig-zag line (scale on the right side).

Then suddenly on July 25 the weight increases, and it is interesting to note that the lime produced is at once used for the enlargement of the shell, for the same day the forming of a fresh shoot was observed.

During the experiment — from June 8—August 15 — No. 1 increased 1270—510 = 760 mgr. or 149 %, No. 2 2660—480 = 2180 mgr. or 454 %, No. 3 2890—500 = 2390 mgr. or 478 %, and No. 4 3210—240 = 2970 mgr. or 1237 %. No. 4 therefore increased about 4 times as much in mgr. and about 8 times as much in % as No. 1. It is impossible to give an explanation of these enormous differences in the rate of growth, as the oysters were kept during the experiment under absolutely the same conditions and also their previous history had been quite the same.

Of the general course of the rate of growth of the 1 year old oysters the best idea can be given by taking the daily average of the weights of the specimens investigated (Fig. 2). No. 2, 3 and 4. Figure 1, are combined in one line; No. 1 being omitted since it shows an important deviation from the normal course.

On June 8 the average weight of the 3 individuals was 407 mgr. (dry weight 902 mgr.) and on August 15 2920 mgr. (dry weight 6300 mgr.); the average increase was 2513 mgr. or 617 %[1]). It is shown in Figure 2 that the rate of growth is very regular, and if a parabola is constructed corresponding to a daily increase in weight of 2.94 %, this theoretical line and the line of observation agree well in their course. About June 25 the observed rate of growth becomes less than the theoretical and the difference is greatest about July 10; then the lines approach each other again till July 17; they are then nearly parallel till the beginning of August; from that date the observed rate of growth becomes considerably greater than the theoretical. A look at the line of temperature gives the explanation of the difference between the observed and theoretical lines from June 25 to July 17; the retardation coincides with very low, and the recovery with high, temperatures. A better coincidence of the lines could have been obtained if a correction for the influence of temperature had been applied[2]).

Two oysters of 2 years old were investigated; one of them, however, was lost on July 23. From June 8—July 23 its weight increased from 2.38 gr. to 4.43 gr. and the daily rate of growth was 1.44 % The other one, Nr. 8 in Figure 3, was rather larger. It increased from 5.27 gr. (dry weight 12.12 gr.) on June 8 to 10.97 gr. (dry weight 26.33 gr.) on August 10, in total 5.70 gr. or 108 %, and the daily increase was 1.2 %. The parabola corresponding to this rate of growth is also plotted in the diagram and the difference in the course of the two lines is much the same as with the 1 year old oysters (Fig. 2). Here also it is obvious that the low temperatures at the end of June cause a retardation of the rate of growth as compared with the theoretical, and the inverse happens during the high temperatures in the middle of July.

The course of the rate of growth of a 3 year old oyster is demonstrated in Figure 3 by No. 9. This increased from 11.94 gr. (dry weight 28.6 gr.) on June 8 to 18.55 gr. (dry weight 44.5 gr.) on August 10, in total 6.61 gr. or 55.4 %, corresponding to a daily increase of 0.7 %.

A parabola constructed from this rate of growth is also plotted in the diagram. The differences in the theoretical and observed lines are quite the same as was shown to be the case in the younger oysters: a

---

[1]) This percentage is somewhat too low, for the oysters had on their shell a piece of lime from the tiles, that formed rather an important part of the weight of the young oysters during the first time of the experiment.

[2]) This would be possible because, as will be demonstrated later on, the influence of temperature on the rate of growth could be calculated, it is omitted, however, because it would require many tedious calculations.

retardation during the low temperatures of the end of June and a recovery shortly after the high temperatures during the middle of July.

Older oysters have also been investigated: one specimen of 18.65 gr. (dry weight 37.5 gr.) on June 8 increased to 22.48 gr. (dry weight 44.9 gr.) on August 10. In this case the increase is only 3.83 gr. or 20.0 % and the daily increase 0.3 %. This case is not dealt with in the figure, as it does not show anything particular; and also a few other old oysters that were investigated, will not be discussed here, as they could only give a confirmation of what has been stated above.

During the experiment the oysters were measured only a few times, as it was feared that this procedure would affect the rate of growth. In Figure 1 the results of these few measurements are also given as the sum of length and height. From the comparison of these size-curves with the weight-curves it is evident that there is only very little correlation between them. From June 8—25 Nos. 1 and 2 did not increase in size, their rate of growth in weight, however, is just the same as in No. 4, which has become much larger. From July 25—27 Nos. 2, 3 and 4 show a very rapid increase in size, while their increase in weight does not show any deviation from the normal course. The same is yet more evident in Figure 2, where the line is given for the sum of length + height of Nos. 2, 3 and 4 together. In these two days the increase in length + height was as much as in 17 of the foregoing, and in 10 of the following days, while the line of weights remains parallel with the parabola, the normal growth line.

From the older oysters examples can also be derived that demonstrate the low degree of correlation between the increase in size and weight. From June 8—25 an oyster (of about 40 gr. dry weight) increased 9 mm. in length and 6 mm. in height, the average daily increase in weight was 0.38 %; from June 25—July 5 the size remained the same and the daily increase in weight was 0.33 %, from July 5—26 the length increased 3 mm. and the height 2 mm., the weight each day 0.24 %; from July 26—August 10 the length remained the same and the weight increased each day 0.29 %. If the two figures for the time that fresh shoot was being formed be combined, and also for those that it was not, in both cases an average of 0.31 % is obtained.

Another example is demonstrated by No. 8 (Figure 3); from July 27—August 1 the size of the shell remains the same, while the increase of weight was exceedingly high in this period. Still more examples could be found, all demonstrating that there is no, or at least a very low degree of, correlation between the increase in the size of the shell and the increase in weight. Fresh shoot need not — as one would be inclined to

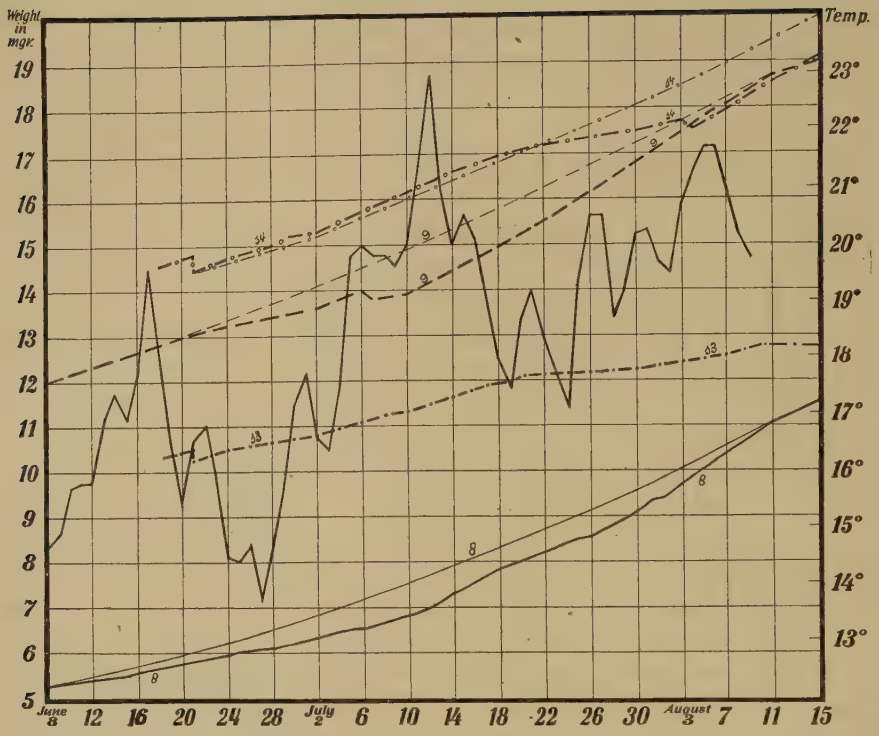


Fig. 3. The thick lines (scale on the left side) denote the weight of 2 and 3 year old oysters according to daily observations and the zig-zag one the temperature. The thin lines are parabolas constructed for a constant daily increase.

think — be formed during, or shortly after, a particularly big increase in weight, and on the contrary, the formation of a fresh shoot does not correspond with an abnormal increase in deposition of lime. The rate of deposition of lime is to some extent independent of the rate of increase in size of the shell; evidently the oyster is capable of depositing the available lime at will either on the inner surface of the formed shell or at its edge in the form of a fresh shoot.

II. The Influence of Special Factors.

Temperature. In the former pages is shown in general the normal rate of growth during the summer, on the assumption that the environmental conditions were constant. This, however, is not true, as it is well known that many varying factors affect the rate of growth; of these can be mentioned: temperature, the formation of sexual products, the strength of the currents etc. It is evident that the method described

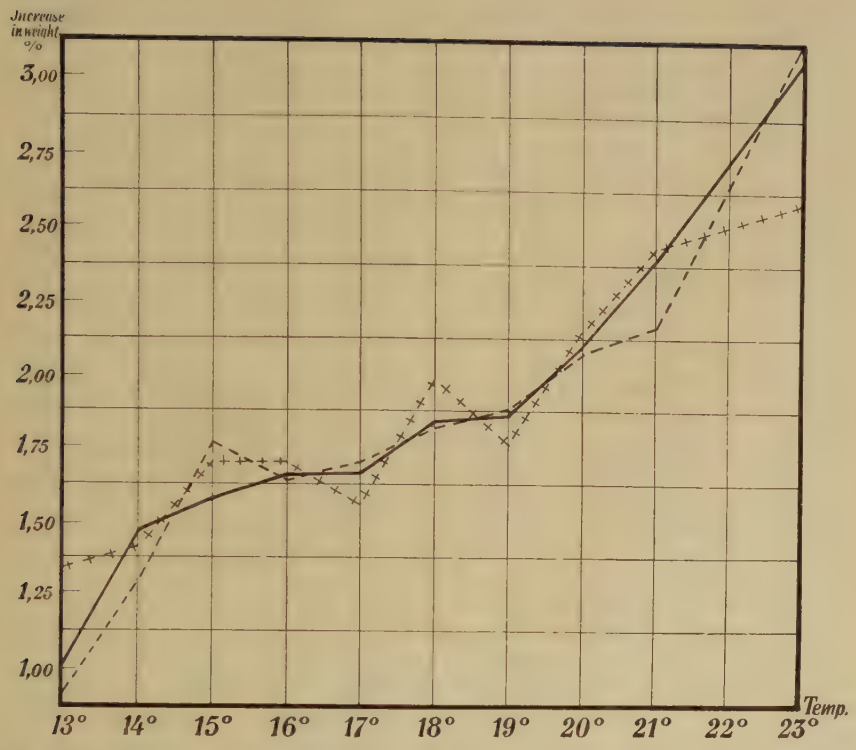


Fig. 4. The correlation between percentual daily increase in weight and temperature. The continuous line represents the relation between the increase and the temperature of the same day; the discontinuous line the relation between the increase and the temperature for 12 hours before and for 12 hours during the period for which the increase was calculated; the crossed line the relation between the increase and the temperature 36 hours before this period.

here must enable us to investigate these subjects, and to determine more or less exactly the degree of influence of these factors.

In Figures 2 and 3 the well known fact is already demonstrated that a high temperature has much influence on growth, but these diagrams do not give sufficient data on which to calculate the correlation between temperature and rate of growth. Before it is possible to give a solution of this problem, it is necessary to know whether a change in temperature acts immediately or after some time. To determine this, the daily increase of the oysters was compared with the temperature of the water on the same day, and 12 and 36 hours previously. The figures for the rate of growth used in the diagrams in Figures 4, 5 and 6 are calculated as an average of the procentual daily increase of 3 1 year old oysters (Nos. 2, 3 and 4 of Fig. 1) and of 5 older ones (Nos. 8, 9, 13 and 14 of Fig. 3 and

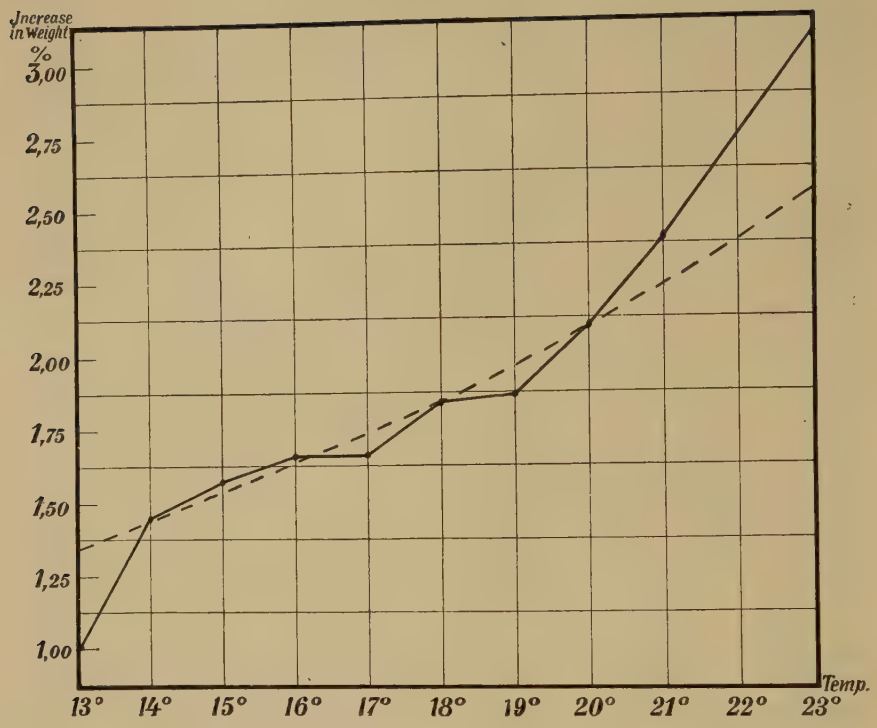


Fig. 5. The continuous line represents the percentual daily increase at different temperatures, as observed. The discontinuous line is a parabola, constructed on the assumption that the percentual daily growth increases by 6.49 per cent. for 1° rise of temperature.

No. 7). If, then, diagrams are made, they show that the smoothest line is got, if the daily increase and the average temperature of the same day are put together (Fig. 4). The line shows clearly more irregularities if the period for which the average temperature is determined, lies for 12 hours before and for 12 hours in the period during which the increase is calculated. These deviations from the even line can not be considerable of course, as only rarely does the temperature change so suddenly that there is much difference in temperature in this short time. Chiefly the peak at 15° — at which temperature there happen to be many observations — shows an important deviation from the normal, even course; to the deviation at 21° is to be ascribed somewhat less importance as this temperature occurred for only a few days. The line, however, becomes very irregular if the rate of growth is compared with the temperature for the period 36 hours before the increase was calculated (Fig. 4). As the relationship between temperature and growth must be supposed to give an even line, it is fairly certain that the smoothest line will be the

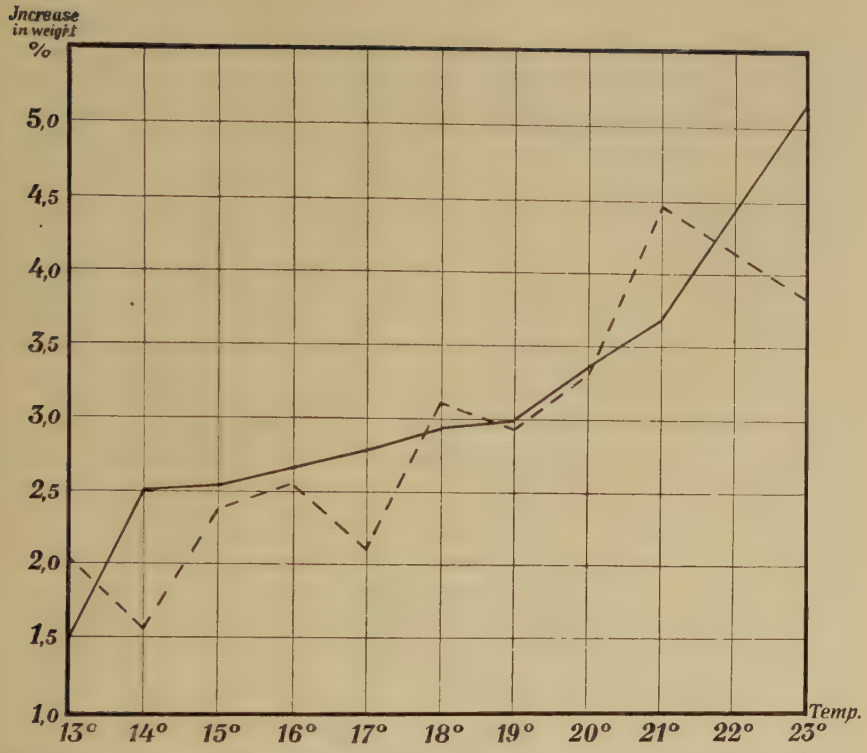


Fig. 6. The continuous line represents the relation between temperature and percentual increase of weight of the 1 year old oysters; the discontinuous line that for the 2 and 3 year old ones (the figures for this second line have been multiplied by 4).

right one. In our case the smoothest line is got, when temperature and growth of the same day are compared, from which can be derived the conclusion that a change in temperature acts immediately, just as in a chemical reaction. Supposing now that the rate of procentual increase is constant for 1° rise of temperature a parabola must be the line that fits the observed line. If we construct this (Fig. 5) on the basis that for 1° rise of temperature the procentual rate of growth increases by 6.49 %, we get a parabola that coincides very well with the observed line for the temperature-range of 14°—20°. Considering that a temperature of 13° and of 23° was observed only on one day and one of 22° not at all, it is not necessary to attach much value to the discrepancy between the parabola and the observed line at 13°, 22° and 23°. In stating that the rate of growth for each degree of temperature increases by 6.5 %, it is, however, safe to restrict for the present the limits for which this rule holds good to temperatures between 14°—20°; perhaps it is somewhat lower below 13° and higher above 20°. On this basis the rate of growth

would be nearly 2 times as much, if the temperature increased by 10°. Also in this respect the process of lime-formation for the growth of the shell resembles simple chemical processes, as these are also often accelerated 2—3 times for 10° rise in temperature.

We have up to now considered the average rate of growth for oysters of different age. As we have seen that there is so much difference between the rate of growth of younger and older ones, it is interesting to know if the influence of temperature is the same in both categories. In Figure 6 the relationship between temperature and rate of growth is given in the same way as before, but here the 1 year old and the older oysters are separated. The figures for the second category are multiplied by 4, in order to make them agree with those for the young oysters. It shows, then, that the line for the 1 year old oysters is much more regular than that for the older ones. The main reason of this is that the number of days during which these figures could be collected, was much less for the older ones. Besides, the growth for these oysters in general proved to show more deviations from the regular course, and these were not sufficiently neutralized by a great number of observations. If, however, one disregards the ups and downs of the graph for the older oysters, its general course agrees rather well with that for the young ones, especially between 15°—20°, for which temperatures there are the greatest number of observations available. I am therefore of opinion that the correspondence of the lines is sufficient for the statement that the one year old oysters and the older ones are influenced in the same degree in their growth by change of temperature. And in general I believe that the influence of temperature determined here will be of general application, so that if other environmental conditions cause a different absolute rate of growth, its correlation with temperature will always be the same.

To determine the effect of current, the oysters were placed at different distances from a sluice, so that at one place the velocity was about $^2/_3$ of that at the other (7 cm. and 10 cm. per sec., but at times much more). The whole lot of oysters was separated into two parts, that were as equal as possible in their rate of growth; at each position they stayed for 4—5 days and were then interchanged; this was done 5 times. The experiment showed, however, that the average daily increase of both lots was much the same. Perhaps the current at one place was sometimes too strong, so that the oysters were damaged or perturbed, but it is also possible that the weaker current was already strong enough to supply the optimum amount of nourishment, and then of course an increase of current would have no effect. Anyhow in this first experiment

the relationship between current-velocity and rate of growth could not be determined, perhaps I shall find occasion to carry on further experiments on this subject, which is of so much importance for oyster culture. I think this problem will be much more difficult and complicated than that of the influence of temperature, as in this case the amount of nourishment will not only prove to affect the absolute value of the rate of growth but probably also the relationship between current-velocity and rate of growth.

The rate of growth during the production of eggs and larvae could be observed on one occasion only (No. 14 in Fig. 3). From July 18 this specimen shows a retardation in growth and from August 1—3 there is almost no increase in weight. On August 3 there proved to be larvae in the water in which the oyster had been laid, and on August 4 the specimen showed a rather notable decrease in weight of about $^1/_2$ %, evidently caused by the loss of lime in the form of the shells of the larvae. Immediately thereafter the growth became normal again (parallel to the growth-line calculated from the growth of June 23—July 17). From this it can be demonstrated that the increase of this oyster while producing larvae is 1250 mgr. or 6.8 % less than normally would have been the case, if the rate of growth after July 17 had been continued. It is very probable that the decrease in weight in No. 9 (Fig. 3) on July 7 was also due to the production of larvae; in this case, however, the extrusion of the larvae was not observed.

The influence of damage done to the shell. In the first part of this article it has been shown that much difference in the rate of growth existed in the 1 year old oysters. The specimen that had most increased was the one that had suffered the most damage by removing it from the tile, while the specimen with the least increase had practically not been injured at all. One would be inclined to conclude from this fact that a damaged oyster was stimulated to particular activity to recover the loss as soon as possible. Another reason why I determined to investigate the influence of damage done to the shell was of a practical kind. In oyster-culture it often occurs that oysters are fished, sorted or otherwise handled till late in spring or even in summer. In that period a fresh shoot is already formed and this is often broken off by the handling. In order to investigate the influence of this on the further growth, 2 oysters were exposed a few days to the experimental conditions, and the normal rate of growth was determined. In one specimen (No. 13, Fig. 3) the whole fresh shoot of 8 mm. breadth was removed, in the other one (No. 14, Fig. 3) only one half of the shoot on oral side, the other half on the hind part was left intact. From the figure it is evident,

that in both cases the oyster continued its growth in quite the same manner as before: the prolongation of the lines before the breaking and the real growth lines are quite parallel. The increase of weight therefore is not stopped by the damage, but on the other hand the oyster is neither stimulated to particular activity nor is a more than normal amount of lime deposited. That, however, the activity is much concentrated on the repairing of the injury is evident from the fact that fresh shoot appears only, where the old one had been removed. This is very clear in No. 14, where only half of the ring had been broken off. After 1 day already a thin membrane-like shoot was observed; after 4 days this shoot was 5 mm. broad, but it was exclusively formed at the damaged half of the edge. In No. 13 it was formed around the whole edge of the shell and after 4 days it was 3,5 mm. broad. During the first month damage has no affect on the normal rate of growth, neither will this probably occur afterwards, but this could not be demonstrated with certainty, as one of the oysters (No. 14) was the one mentioned above that produced eggs. The other one showed less increase in growth than the normal oysters, but it is not permissible to conclude from this one case that the damage suffered a month before, was the cause. It is, however, certain that damage does not stimulate the oyster to particular activity and it cannot give an explanation for the fact that in the 1 year old oysters the most damaged one (No. 4) showed the highest rate of growth.

I think the method of weighing oysters in an immersed condition can be applied in many more cases where exactitude is required. For instance it enables us to compare the rate of growth of oysters in a short time on localities with different environmental conditions, which can be of value for oyster-cultural problems.

It must, however, be added here, that the method is not suitable for all kinds of mollusca e.g. not for mussels. The weight of these in seawater is very low and for that reason also the rate of increase; it is difficult and tedious to compensate for this by very exact weighing and, besides, the presence of adhering mud or all kinds of organisms cannot be neglected.

Summary.

1) The rate of increase in weight of an oyster during summer (June—August) is very regular; its course would be very nearly a parabola if change of temperature (or other varying environmental factors) did not affect it.

2) Oysters of the same age and size and with the same biological history, growing under quite the same environmental conditions, can show very important individual differences in rate of growth.
3) The daily increase of one year old oysters was found to be 2.94 %, of 2 years old ones 1.3%, of 3 years old ones, 0.7%, and of yet older ones 0.3 %. As the oyster grows older its daily increase diminishes by about a half every year.
4) There is only a low degree of correlation between the rates of growth in size and in weight. During the deposition of fresh shoot the increase in weight need not be more than normal.
5) The temperature of the water has an important influence on the rate of growth: between 14° and 20° it increases by about 6.5 % when the temperature rises by 1°.
6) Removal of the thin edges of the shell has no influence on the rate of growth in the following month.
7) The production of eggs and larvae has an important influence on the growth; during the extrusion of larvae, the weight decreases by about ½ % and the total retardation of growth is 6.8 % (only one case observed).

Reviews.

O. Pettersson. Der Golfstrom und der Atlantische Strom.
O. Pettersson. Aperçu d'orientation vers la conception actuelle de la circulation océanique dans l'Atlantique.
Nr. 4 und 5 aus Svenska Hydrogr.-Biolog. Kommiss. Skrifter. Serie Hydrografi V. Göteborg 1927.

Die erste Schrift umfasst 4 Seiten; die zweite 20. Über sie Bericht zu erstatten, ist schwierig, da O. Pettersson, wie wir dies an unserem ozeanographischen Altmeister gewohnt sind, in genialer Weise und gelegentlich etwas rücksichtslos gegen manche Beobachtungstatsachen Probleme erörtert, die auf wenigen Seiten kaum erschöpfend zu behandeln sind.

Die These am Kopf der ersten Schrift ist auffällig. Pettersson will die Frage erörtern, ob im nordatlantischen Gebiet »zwei verschiedene Meeresströmungen, ein Triftstrom (der eigentliche Golfstrom) und ein Windstrom (der atlantische Warmwasserstrom) existieren« oder ob ein einheitliches Stromsystem vorhanden ist. Nach des Berichterstatters Meinung verstehen wir seit W. Ekman unter Triftstrom grade einen vom Wind verursachten Strom, sehen hierin also keinen Gegensatz. Wenn Pettersson aber hat sagen wollen — wie der Text wohl zeigt —, dass er unter Golfstrom den im wesentlichen aus den Tropen des westatlantischen Gebietes kommenden Strom, unter Atlantischen Strom die bei der Neufundlandbank mit polarem Wasser gemischte oder von solchem jedenfalls stark beeinflusste Wind- und Gefällstrift (als Fortsetzung des ursprünglichen Golfstroms) versteht, so wird man ihm hierin folgen können.

Bei der Behandlung der Vorgänge in der Gegend der Neufundland-Bank weist O. P. auf die Tatsache der Ablenkung des warmen Wassers scharf nach Norden — entgegen der Wirkung der Erdrotation — hin, und bringt diese Tatsache an der Hand von Temperaturuntersuchungen durch V. I. Pettersson mit der Eisschmelze in Zusammenhang. O. Pettersons Theorie von der Fernwirkung der Eisschmelze ist bekannt; sie wird auch in der 2. Schrift behandelt. Ich möchte, schon aus rein quantitativer Erwägung, nur sagen, dass, wenigstens für die Neufundland-Gegend das entscheidende Moment nicht im etwaigen Vorhandensein des Eises, sondern in dem ständigen Vorhandensein des kalten und salzarmen Wassers an sich zu suchen ist. Die nach Bjerknes Solenoiden-Methode von E. Smith in den Bullet. der U. S. Coast Guard Nr. 14 (S. 39) und Nr. 15 (S. 115) vorgenommenen dynamischen Berechnungen zeigen, dass die auffällige Nordablenkung des warmen Wassers am Südostrand der

Bank eine aus den Eigenschaften der dort nebeneinander lagernden Wassermassen naturnotwendig folgende Erscheinung ist, einerlei, ob Eis dort grade ist, oder nicht.

Die Karte der nordatlantischen Strömungen, die O. P. seiner ersten Arbeit beigegeben hat, ist überaus schematisch und wird den, der die hydrodynamischen Zusammenhänge, besonders in Fragen der Kompensation, zu erfassen sucht, zu manchem Widerspruch reizen. Dass der »Golfstrom« als Unterstrom in die Gibraltarstrasse eintritt, dürfte nur ein Zeichenfehler sein. Und was geht in dem Raume von 40—50° N. 20—40° W. vor? das ist ein wichtiger Teil, den O. P. leer gelassen hat, in dem aber doch grade der atlantische Strom sicher vorhanden ist! Dass die Gebiete westlich und südwestlich der Canarischen Inseln von einer breiten Golfstromtrift (oder Äquatorialströmung) erfasst sein sollen, ist kaum zu vereinigen mit den Stromversetzungen, die grade dort, wie wir es besonders seit H. F. Meyers Arbeit (Institut für Meereskunde, Berlin 1923) wissen, einen äusserst unstabilen und schwachen Strom erkennen lassen. Wie wenig Sicheres wir aber von den Unterströmen wissen, erhellt z. B. daraus, dass für die Gewässer westlich der Biskaya O. Pettersson einen Unterstrom nach Norden hat, während Helland-Hansen (The eastern North Atlantic 1926) ab 100 m einen solchen vorwiegend nach SO und Süd nach seinen Berechnungen annimmt.

In der zweiten Schrift greift O. Pettersson weiter und behandelt die gesamte atlantische Zirkulation, einschliesslich der wirklichen Tiefsee, nicht zum wenigsten mitveranlasst durch die Ergebnisse der »Meteor«-Expedition. Er schildert zuerst historisch die früheren Anschauungen hierzu[1]) und beschreibt[2]) dann die neuen durch Brennecke und Merz (um nur 2 zu nennen) angebahnten Vorstellungen von den grossen horizontalen Wasserumsetzungen, wie sie für Leser dieser Zeitschrift schon in Vol. II. S. 201-202 skizziert sind. Die Frage nach den Energiequellen dieser mächtigen Versetzungen und den Kraftfeldern in ihnen ist es nun, die O. Pettersson aufwirft und von einem rein thermodynamischen Standpunkte aus behandelt. Auf der einen Seite ist es die in den Tiefen der Sargasso-See in ungeheurem Betrage aufgespeicherte Sonnenwärme, auf dem anderen Ende die Eisschmelze; denn nach O. Pettersson gibt es in der Natur kein wirksameres Medium, um Wärme zu absorbieren, als das System Eis + Wasser, und es wird direkt ausgesprochen, dass die kinetische Energie für den nordatlantischen Tiefenstrom an der antarktischen Eiskante zu suchen sei, und dass Variationen in diesen 2 inneren Kraftgebieten auch entsprechende Variationen der Tiefwasserbewegungen bedingen. Um den Kreislauf zu erhalten, sind natürlich auch vertikale Bewegungen in den beiden End- oder Anfangsgebieten erforderlich; es ist verdienstlich, dass in dieser Hinsicht O. Pettersson bei der Frage

[1]) Das durch O. Pettersson abgebildete »Diagramme de Schott 1912« ist von mir begreiflicherweise schon lang verlassen und in der 2. Auflage der »Geographie des Atlantischen Ozeans« 1926 durch das Schema Brennecke-Merz ersetzt. In grossen Fragen darf ja nach Goethe jeder ernste Forscher seine Meinung ändern.

[2]) Zwei Schreibfehler in den Bezifferungen der Figur auf S. 3 in Petterssons Schrift wird man beachten und verbessern.

nach dem schliesslichen Verbleib des antarktischen Zwischenstromes auf die Gegend südlich der Kapverden als einer Gegend des Auftriebes hinweist, wo in der Tat unterhalb der Oberfläche sehr niedrige Temperaturen gefunden sind: durch das »Meteor«-Material werden hierzu wichtige Gesichtspunkte gebracht werden. Umgekehrt werden in der Sargasso-See die Wassermassen in die Tiefe geführt; wie O. Pettersson behauptet, in Folge der ausschliesslichen Wirkung äusserer Kräfte (Wind, Windstrom, Erdrotation). Er schliesst dies daraus, weil die Sandström'sche Berechnung der aus den inneren Wassereigenschaften selbst hervorgehenden hydrodynamischen Kraftlinien grade eine umgekehrte Bewegung, (zwischen 20° und 40° N. nach oben) ergab. Hierzu ist jedoch zu sagen, dass die Sandström-sche Rechnung vom Jahre 1905 — deren kartographisches Ergebnis O. Pettersson in seiner neuen Arbeit S. 12 wiedergibt — nur auf den Temperaturkarten des »Valdivia«-Werkes und angenommenen Salzwerten aufgebaut war und sein konnte. Heute, wo wir die tatsächlich sehr verwickelte vertikale Salzgehaltverteilung in diesem gesamten Gebiet von 10° S. bis 60° N. auch ganz leidlich kennen, müsste diese Sandström'sche Berechnung wiederholt werden. Es ist bedenklich, das neue Isohalinendiagramm der Jahre 1921 ff. inhaltlich mit dem alten Kräftediagramm von 1905 zu verbinden, wie es S. 12 geschehen ist. O. Pettersson hatte die Freundlichkeit, auf eine Anfrage deshalb meinerseits die Auskunft zu geben, dass natürlich bei einer Berücksichtigung auch der tatsächlichen Salzgehalte die Kraftlinien revidiert sein würden, aber »er glaube nicht, dass ein ganz anderes Bild herauskomme«. Nun, wir wissen das jedenfalls vorläufig nicht, und die Frage nach den wirklichen Vorgängen und Energiequellen in dem einen primären Aktionszentrum der Sargasso-See wird mit den Jahren immer dringender sich herausstellen.

Die Sachlage ist doch wohl so: durch die ersten wirklich reichen und sicheren Beobachtungen Brenneckes auf »Deutschland« 1910—12, durch die gewaltig gesteigerten Beobachtungen von Merz und seinen Kollegen auf »Meteor« 1925—27 ist für das südatlantische Bereich und bis 20° N. Br., für die nördlicheren Gebiete durch Helland-Hansen—Hjort auf »Michael Sars« 1910 und durch Johs. Schmidt auf »Dana« 1921 eine neue Arbeitsunterlage geschaffen, um alle die fundamentalen Fragen der atlantischen Zirkulation von einem exakten physikalischen Standpunkt zu erörtern. Wenn das Material vom »Michael Sars« und von der »Dana« sowie das des »Meteor« *in extenso* publiciert sein wird, ist für einen so umfassenden Geist wie O. Pettersson eine neue Gelegenheit gegeben, noch tiefer in die Probleme hineinzuleuchten. Jetzt liegt das Verdienst der 2 Schriften unseres Altmeisters in der Hauptsache wohl darin, dass er seinen Fachgenossen durch seine Anregung wiederum verschiedene Arbeitshypothesen an die Hand gegeben hat. G. Schott.

J. N. Carruthers. Investigations upon the water movements in the English Channel. Summer 1924. — Journ. Marine Biol. Assoc. of the United Kingdom. Vol. XIV. 3. March 1927, pp. 685—721.

La connaissance détaillée du cheminement des eaux dans la Manche et dans la Mer du Nord se développe grâce surtout à l'institution de Services continus d'observations sur la salinité, la température, le plancton,

la direction et la vitesse des courants, en des stations fixes. Cependant, la méthode purement expérimentale du jet de flotteurs, de surface et de fond, conserve son intérêt propre et toute sa nécessité comme contrôle direct des supputations basées sur d'autres procédés. Une nouvelle série d'expériences a été faite dans la région de l'entrée de la Manche, sous les auspices de la Marine Biological Association de Plymouth et du Ministère de l'agriculture et des Pêcheries. L'analyse des résultats de cette série est menée, encore une fois, de main de maître, par Carruthers. Ces résultats sont intéressants par eux mêmes et démonstratifs de la difficulté que cause à ce genre d'études l'intervention de facteurs multiples et variables. Les faits apportés se classent dans des séries dont seront heureux de disposer ceux qui, plus tard, chercheront la réponse à des questions mieux circonscrites que celles que l'on peut poser aujourd'hui. Mais déjà, l'auteur indique dans diverses directions, ce qu'il y a lieu de considérer comme constant ou dominant dans le complexe des variables. Deux chapitres de la connaissance générale de nos mers profiteront surtout des données qu'il apporte: le chapître de la pénétration de l'eau de fond, d'origine atlantique, pure ou altérée, dans la Mer du Nord par le Détroit, et celui de la division de la Manche en deux aires distinctes par leurs conditions hydrobiologiques: l'aire Ouest, avec des salinités plus élevées et des affinités atlantiques, et l'aire Est, moins salée, au moins en surface, et à biologie plus affine de celle de la Mer du Nord.

Cinq séries de 100 flotteurs, dont 50 de surface et 50 de fond, ont été jetées à la mer le 10 et le 11 Juillet 1924, les unes par le »Salpa« aux stations internationales anglaises E2 et E3, les autres par le steamer »Lorina« de la Compagnie du Southern Railway, au cours de la traversée entre Southampton et St. Malo.

Les retours de flotteurs de surface ont atteint 52.4 % et ceux de fond 13.2 %, ce qui, sur l'ensemble, est une bonne proportion.

Nous croyons inutile de détailler les résultats de chacune des séries, ils sont exposés dans les tables, pointés sur des cartes fort intéressantes et analysés dans le texte du mémoire. Notons simplement l'intérêt que présentent certains flotteurs de surface qui, partis de l'entrée de la Manche, — presque de l'Atlantique, — échappèrent au danger d'échouage en traversant le Pas-de-Calais, pénétrèrent dans la Mer du Nord et aboutirent aux rivages lointains de Hollande, de Jutland et de Scandinavie. Quelque directe qu'ait dû être l'action du vent sur ces flotteurs, ils confirment la réalité d'une liaison directe entre les régions de la Manche, et même de son extrême Sud-Ouest, avec les régions orientales de la Mer du Nord, jusqu'à l'extrême Nord-Est, par un cheminement S.W.—N.E. des eaux superficielles, prédominant quoique réversible dans une certaine mesure, sous l'action de vents intenses de la partie N.E. Il est intéressant aussi de voir la pointe avancée du Cotentin former barrière et arrêter un bon nombre de flotteurs de surface partis surtout des stations E3, près d'Ouessant, et SSMo de la traversée Southampton-St. Malo.

On attend des flotteurs de fond l'acquisition de données apparemment imperturbées, sur le mouvement de l'eau elle meme, l'action directe du vent sur le corps migrateur étant complétement éliminée. Mais on sait combien est difficile la technique de ce procédé qui, jusqu'ici, n'a fourni

qu'un pourcentage beaucoup plus faible de retours réellement déterminatifs. Quoi qu'il en soit, ceux de l'expérience de Juillet 1924 présentent un grand intérêt, d'abord parceque le fait de l'arrivée de certains d'entre eux dans la Mer Flamande et jusqu'au Nord de la Hollande, confirme la notion de la pénétration normale d'eau de fond d'origine atlantique dans la Mer du Nord, — notion ressortant dejà des observations de salinité.

Mais, en outre, malgré leur petit nombre, certaines recaptures de flotteurs de fond fournissent des indications à l'étude de la division de la Manche en les deux régions, Ouest et Est, mentionnées plus haut. Si on examine une carte de la Manche, on note vers son milieu, un rétrécissement brusque, entre l'Ile de Wight et la pointe avancée du Cotentin (Cherbourg-Barfleur), avec un élargissement à l'Est de celle-ci, — baie de la Seine. On peut imaginer qu'une masse d'eau de flot courant S.W.—N.E., venant heurter la cote du Département de la Manche, serait dirigée par ce buttoir vers le large, où, rencontrant le flot direct, elle serait entraînée vers le N.E. Mais bientot, le jusant survenant, elle rétrograderait vers le S.W. et il pourrait s'établir ainsi dans la partie ouest un circuit cyclonique partiel des eaux de fond. De même, dans la partie Est, l'eau de jusant descendant le long de la côte Française, serait dirigée par la côte du Cotentin vers le Nord, où, à certains temps de la marée, elle serait entraînée par le flot vers le N.E. Il s'établirait ainsi dans la partie Est un circuit anticyclonique. Les cartes horaires de l'Amirauté Anglaise n'établissent pas ces deux circuits, pour les eaux de surface, mais elles ne leur opposent aucune impossibilité pour les eaux de fond.

Tout cela, évidemment, n'est qu'hypothèse, mais, peut-être, hypothèse acceptable comme base de l'étude des causes de l'établissement des deux régions distinctes de la Manche. Or, voilà qu'aujourd'hui certains flotteurs de Carruthers révèlent une condition de courants de fond parfaitement conciliable avec l'hypothèse de deux circuits de l'eau de fond, plus ou moins discontinus et même déviés à certains temps de la marée, mais dont l'effet résiduel pourrait bien déterminer deux régions distinctes quoique à limite variable et se compénétrant plus ou moins suivant le jeu des conditions dynamiques de l'Est et de l'Ouest. La situation des points de recapture de nombreux flotteurs de fond et même de surface, le long de la côte Ouest du Cotentin, révèle ce que Carruthers appelle »a north-going fringing surface current«. Ce courant, avec l'indication d'une zone de séparation des voies de marée, »a parting of the ways«, au milieu de la ligne Ile de Wight —Cherbourg, vers la longitude de 2° W., plaident singulièrement en faveur de l'hypothèse des deux circuits, ou, du moins, de deux régimes dynamiques distincts.

Carruthers exprime avec raison son regret de n'avoir obtenu aucun retour des flotteurs de fond libérés aux stations E2 et E3. Nous partageons ce regret et nous pensons qu'il y a lieu de recommencer l'expérience en libérant de nombreux flotteurs de surface et de fond, autant que possible au cours d'une traversée rapide de Falmouth à Ouessant. En outre, nous nous permettons, en présence des grandes difficultés de la méthode des flotteurs de fond, — bottom-rollers —, d'attirer l'attention sur notre méthode des flotteurs conjugués par une cordelette de quelques mètres et dont l'un, sombrant, échappe complètement à l'action directe du vent,

tandis que l'autre, émergeant le moins possible, n'est que très faiblement influencé par lui. A défaut d'indications directes sur la marche de l'eau de fond elle même, ces couples immergés renseignent très utilement sur celle des eaux supérieures et ils ont beaucoup plus de chances que les flotteurs de fond d'être reçueillis et correctement repérés. G. Gilson.

S. M. Marshall and A. P. Orr. The Relation of the Plankton to some Chemical and Physical Factors in the Clyde Sea Area. — Journ. Marine Biol. Assoc. of the United Kingdom. Vol. XIV. No. 4. 1927, pp. 837—868, with 9 Figures in the Text and 10 Plates.

The authors give a report on the quantitative variations of the Phytoplankton in relation to temperature, salinity, content of phosphates, oxygen and to the p_H-values in the Clyde Sea Area. Very important are especially the investigations of the variations throughout the year 1926 in Loch Strivan.

The plankton, in which diatoms were completely dominant, was investigated weekly by counting the chains in water samples of 20 c.c. at the following depths: surface, 5, 10, 20 and 30 fathoms. The chemical and physical factors were determined simultaneously from the same depths.

The diagrams show elegantly, how a series of diatom maxima follow each other from the end of March to November. Each maximum begins its development at the surface and sinks to the bottom or to deeper layers in the course of a few weeks. Between the maxima the plankton is quantitatively very poor. The various species succeed each other, but the same species can also be represented in the plankton at different seasons. The greatest maximum in the beginning of April, consisting of *Skeletonema costatum*, contained the enormous quantity of more than 25,000 chains in 20 c.c. of sea water.

The plankton at Clapochlar has a local character; the influence of surface currents carrying the surface layers and their plankton in or out of the fjord as in the Oslo fjord could not be observed.

The influence of the plankton on the phosphate and oxygen content and the p_H-value of the sea-water is shown very clearly. The phosphate content was in January to March, before the beginning of the plankton development, about 40 mg. per cubicm. from surface to bottom. After the first *Skeletonema*-maximum it was reduced to 12—15 mg. at the surface and to 25—17 mg. in 5 fathoms depth while in the deeper layers it had a tendency to increase. After the next great maximum (*Skeletonema-Chaetoceros*) at the end of May the phosphates of the surface layers, down to 5 fathoms depth, were quite used up by the diatoms. Later the phosphate content again increased between the maxima, but about the 1st of September great maxima of *Leptocylindrus* and *Eucampia* again reduced the phosphate content to 0. From the depth of 20 fathoms to the bottom the phosphate content on the whole increased through the whole season.

The oxygen and p_H show similar fluctuations. During the first maximum the oxygen content of the surface layer increased by 2.2 c.c. per l. from the 2nd to the 7th of April, corresponding to a production of organic matter equivalent to 2.95 mg. glucose per l. in 5 days, and during the maximum at the end of August (26th—31st) the production was of the

same order. At the depth of 5 fathoms the influence of the diatoms on the oxygen content was much less, and from 10 fathoms downwards hardly any photosynthesis can have taken place.

The variations of the plankton quite clearly depend on the quantity of phosphates and nitrogen compounds available in the surface layers. The diagram of the variations in density (σ_T) throughout the year shows, that a regular vertical cirkulation can hardly take place; the authors discuss the possibility, that the surface layers may occasionally be mixed with the bottom layers by the action of winds. I should think that so great fluctuations could hardly be possible, if relatively great quantities of nutritive salts were not also at intervals driven out from the shore.

The paper contains a great wealth of valuable observations condensed into few pages; it is one of the most important papers on plankton published in the last years. H. H. Gran.

E. Schreiber. Die Reinkultur von Marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. (The pure culture of marine algae and its importance for the investigation of the fertility of sea water.) — Wiss. Meeresunters., N. F., Abt. Helgoland, XVI, No. 10, 1927.

The Author of this important paper is a young botanist working at the Biologische Anstalt at Helgoland where a new substantial building affords excellent working facilities in many directions.

Mr. Schreiber has succeeded in finding a method of work which enables a much more accurate evaluation of the very small quantities of those substances which are essential to plant growth in the sea. To attain such a procedure he had first to master two points of technique, and in both directions his patient labours have been attended with success.

Firstly, the usual method of cultivating marine algae, without considering the bacteria in the water, could not serve his purpose, as the bacteria by reducing or oxidizing part of the soluble contents of the water would frustrate any attempts at accurate determination of the phenomena brought about by the algae themselves. The author accordingly set out to sterilize not only the water used in the experiments but also the algae cultivated. This was achieved by filtering the sea water through special very hard asbestos filters, and the algae were freed from adhering bacteria by placing the mobile cells in a flow of sterilized water with a direction opposite to their phototactic movement, and the immobile ones in a tube with an upward flow of sterile water, the velocity of the flow decreasing upwards as the tube widens. At a certain level the sinking velocity of the diatom cells equals the flow of water and the cells can remain suspended for an indefinite period until completely rinsed.

Secondly, the conditions of light suitable for standard culture experiments had to be found out. The author demonstrated by experiment that common incandescent lamps could be substituted for sunlight, thus making possible a control of the light conditions. By suitable arrangement of trial cultures in different levels under a strong lamp, shaded by a water bath to keep heat out and by oiled paper to diffuse the light evenly, it was found that diatoms thrived best in a light intensity of about 800

metercandles, more or less abnormal growth phenomena setting in under the stronger light tried (up to 3200 meter-candles). The small flagellate *Carteria*, on the other hand, was able to utilize even the last-named strong light nearly as economically as the weaker grades. As the latter organism presented many advantages from a practical point of view, the experiments directed towards the investigation of sea waters of different origin were mainly made with this species.

Having thus settled the influence of light on the growth of diatoms and flagellates, the heat factor was subjected to a similar analysis, and as objects one northern and one southern diatom were used viz. *Biddulphia aurita* and *Biddulphia sinensis*. The former was grown in ten cultures from the 9th March to the end of the month, five in a heated room and five in an unheated one. At the end of the experiment from 79 to 155 cells were counted in 10 cub.-millimetres in the cultures which were kept cool, while in those which were kept in the heated room only 6 to 12 cells were found. *Biddulphia sinensis* on the other hand, which was kept in 12 cultures between the 4th and 30th of March at 9 and 16 degrees centigr. on an average, showed the opposite predilection. In the 6 tubes kept at 9° only 4 to 9 cells of a more or less morbid character were found, while those kept at 16° were found to contain 1460 to 3830 cells of normal form.

Being armed with a method permitting absolutely pure cultures and having demonstrated the extreme importance of keeping the cultures under standard conditions of light and heat, the author could proceed to investigate the relative importance of the nutrient substances in the water. By cultivating the above-named small flagellate *Carteria* in sterile but otherwise natural, sea water from the German Bight, it was shown that the ability of the water to promote growth and division of this alga varied throughout the year. Water was taken every month from August 1926 to July 1927, and a very characteristic curve was obtained when time was taken as abscissa and as ordinates the numbers of *Carteria* counted in each 10 cub.-mm. of the respective cultures when these had been kept sufficently long to bring multiplication to a standstill. The highest number produced was 302 in January, the lowest only 5 in June, but another minimum of 73 was found at the end of February.

In order to find out which factor was the limiting one, he added either nitrate or phosphate to his cultures, and in this way found that while nitrate addition caused no increase in the production of *Carteria* in March, when added phosphate gave a rise of 35 per cent. above the output from natural water, addition of nitrate in October had a similar effect (50 per cent.) while phosphate made no difference. And when the production after addition of nitrate to October water had reached a maximum, a further addition of phosphate had an immense effect, giving ten times as many cells as addition of nitrate alone.

In this way it is consequently possible, by giving one substance in superfluity, to find out the amount of the other limiting substance expressed in numbers of *Carteria* produced per unit volume of sea water. These numbers can be converted into absolute values of the substance in question present if it be known how many *Carteria* per unit volume can be produced from water of known content of either nitrate or phosphate.

The author found that 1 mg. of sodium nitrate per litre produced 23 cells per cub.mm., 10 mg. gave 254 cells and 100 mg. 2435 cells, on an average corresponding to 100 *Carteria* per cub.mm. when the water contained 680 mg. nitrogen per cub.-m. It was also demonstrated that it did not matter whether the nitrogen was given in the form of nitrate, ammonia, nitrite or glycocoll; in every case the amount of cells produced was in close agreement with the quantity of Nitrogen given.

In the same way it was found that a phosphate content of 430 mg. per cub.-m. was necessary to produce 100 *Carteria* per cub. mm.

Using this ingenious and yet very simple method the author was able to show that the nitrogen and the phosphate content of the water at Heligoland in the period in question varied in a similar though not identical way, and that the productivity of the sea water itself closely followed the lowermost of the two curves, phosphate being the limiting factor from March to June and nitrogen from June to December, while the amounts present in January were of equal importance.

These figures were all found by using water taken (from the surface) near Heligoland. By analyzing water nearer to the mouth of the Elbe when a minimum of fertilizing substances occurred near Heligoland, the author demonstrated the comparative richness of the waters from this river, which contained 544 mg. of nitrogen and 271 mg. phosphate at Cuxhaven, 86 and 38 mg. half-way out, and at Heligoland only 3 and 2 mg. This forms a very interesting and forcible demonstration of the rapid exhaustion in the sea of the fertilizers brought from land.

This result which is analogous to although much more extreme than those published by Brandt in his last paper, is of great importance for the question of the source from which the fertility of the sea is recuperated after its exhaustion in the spring.

The reviewer believes that the rather detailed account given above of this able paper is justified by the importance of this biological analysis as a corrective to any form of purely chemical investigation of the fertilizers in the sea. The biological analysis possesses the inestimable advantage of giving the amounts of fertilizers actually utilised by the algae without disturbance by other substances which might possibly give similar chemical reactions.

Oscar Sund.

L. Fage et R. Legendre. Pêches planctoniques à la lumière, effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau. I. Annélides Polychètes. — Archives de Zoologie Expérimentale et Générale. Tome 67. Fasc. 2. 1927. pp. 23—222.

The use of artifical light to attract fish is common to the fishermen of many parts of the world, and has been made use of from time to time by marine biologists for the capture of smaller marine organisms. Systematic collecting in this manner was started by M. Racovitza at Banyuls-sur-Mer in 1909, using a 100 c. p. electric lamp and working from a steamship. From 1909 until 1914, together with Prof. L. Fage he collected a mass of material between Argelès-sur-Mer and Cape Creus. In 1922 MM. Fage and Legendre started systematic collections in a similar but more simple manner. A floating acetylene lamp with a self-contained

generating plant was used, such that the actual source of light was submerged 40 cm. below the sea surface. With this simple piece of apparatus a small boat only was required and anyone could work single handed. The light was strong enough to illuminate the bottom clearly at a depth of more than 3 metres, and projected beams laterally which disappeared about 10 metres from the source.

In the summer of 1922 a site was chosen in the Bay of Concarneau in a depth of 3 or 4 metres, over a bottom of sand from which sprang tufts of Zostera and rocks covered with Laminaria. This had been previously proved to be the most productive kind of ground. In May 1923 a weekly collection at this spot was begun which lasted throughout a year, the collections always being made in the middle of the night. A great deal of material resulted from the 1909—14 collections and those from 1922 onwards, but the present paper deals only with the Polychaete Annelids.

In all 61 species comprising 13 families occurred in the catches, together with 7 other species from the Mediterranean. Of special interest among these were *Scalibregma inflatum* of which 325 specimens were taken and *Prionospio cirrifera* of which there were 98; of these two species the former had previously only been recorded once in the fauna of France and the latter had never before been taken on those shores.

Much information is given on the anatomical changes undergone by each species to adapt them for the pelagic existence that they take up when they are sexually mature. From these collections also has arisen much of interest on the spawning periods of the worms, on their reproductive swarming and its apparent lunar periodicity. Most of the polychaetes bred only in the warmer months of the year, in July, August and September. A few, such as *Scalibregma inflatum* and *Glycera lapidum*, however, bred in the winter and it is interesting that it is these species whose main distribution lies in more northern waters.

Apart from the wealth of information obtained on the annelids themselves perhaps the most important result of MM. Fage and Legendre's work has been to show how very efficient this method of capturing marine organisms is, and that, as they themselves point out, it is especially suited for the study of the free-living fauna that inhabits the little-studied region lying just below low water level. F. S. Russell.

Handbuch der Seefischerei Nordeuropas, herausgeg. v. H. Lübbert und E. Ehrenbaum, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh., Stuttgart 1928, Band V, Heft 1: Die Deutsche Seefischerei, von Dr. W. Schnakenbeck.

Scientists who have to deal daily with fishery problems are often confronted with technicalities which are somewhat difficult to cope with. To study currents, to determine salinities or to make studies of the life cycle of fishes is one side of the question, to be acquainted with technical details about fishing craft and gear and methods of fishing is another. Unless the naturalist himself has spent a great deal of his life in actual fishing as it is carried on — even in this case he may only get a personal knowledge about a particular side of it — he is fully aware of the blanks in his education, if we may so express it. Every industry has its own

technical expressions, its own method of working, and the fishery scientist knows quite well that it is by no means easy to become a practical fisherman. Theoretically the difficulties of gaining a fair knowledge of fishery methods are no less numerous. Especially in regard to coastal fishery methods, and *a fortiori* those of foreign countries we have to confess to ourselves the insufficiency of our existing information.

To fill up the gaps in our theoretical knowledge of actual fishery methods the present rather bulky volume of Dr. SCHNAKENBECK, which contains more than 200 pages and numerous illustrations, is admirably suited. It is the author's merit that with ample personal information he combines the faculty of arranging the material to be dealt with in a quite instructive way; one feels that he is himself thoroughly acquainted with the subject.

Fishing nets, at least the principal kinds, will be discussed in a separate volume (by H. LÜBBERT and Dr. N. PETERS), so that they are only occasionally mentioned here — with the exception of the coastal fisheries. Here we find an astounding multiplicity of fishing gear, in Germany as well as in other North Sea countries, and even the nomenclature of these various nets and contrivances would demand special study in each language. Studying the various kinds of traps, set nets, weirs, stow-nets etc. one is always struck by the similarity of any device in neighbouring and even distant countries. Many of the methods of catching fish on a smaller or larger scale near the coast have indeed, in broad outlines, been the same everywhere and always; they may have been perfected in the course of time, but the principle remains the same.

In dealing with the material a natural division of coastal and of high sea fisheries presents itself. The coastal fisheries with their varying devices occupy somewhat more than half the contents of the volume; the lesser half is devoted to discussion of herring drift net fisheries and of trawl fisheries, — the latter again divided into fishing by sailing and motor craft and into that by steam trawlers. Each chapter begins with a much to be appreciated historical account, followed by a survey of the actual situation, the fishing craft used and, in the case of coastal fisheries, nets and other appliances.

Regionally these coastal fisheries are divided into three parts: North Frisian-Holsteinian coast, Elbe and East Frisian-Oldenburgian coast. Heligoland with her local fisheries is treated as a fourth region. The fisheries in the mouth of the river Elbe are for obvious reasons foremost in relative importance.

The discussion of high sea fisheries starts with the drift-net fishery, the historical account of which, occupying the greater part of this chapter, rightly claims our attention. Whatever may decline and fall in the course of history, it is true that King Herring still holds his own in the appreciation of mankind and will, as far as we can see, never be dethroned. From this point of view a comprehensive epitome of the herring fishery is always welcome. In the case of the German drift-net fisheries we see clearly the leading part Holland played in their history, until, after many fruitless attempts to take the matter in hand, these fisheries finally became definitely established, somewhat more than half a century ago. Emden

has always been and still is, the headquarters of this herring fishery. Here, as well as in Vegesack, Elsfleth, Nordenham etc., the dominating type of craft is the lugger, now in a large number of cases provided with motor power, while Wesermünde owns steam vessels suited to drift-net fishing as well as to trawling. In this industry the great war has brought about stagnation, as well as in the whole of the economic life of Germany, and in post-war years the rather precarious situation has had to be faced. Notwithstanding the large amount of subsidies granted by the German Government (1925: 1.2 mill., 1926: 1 mill. Mk.) and the import duty on foreign herring, it becomes more and more clear that actually the drift-net fishery is not flourishing; the decline resulting from financial difficulties as well as from the much discussed decreased productivity of the North Sea.

As in other countries trawling on the high seas has its roots in Germany in the fishing (lining and trawling) of small craft.

It stands to reason that on the whole these diminutive industries have in modern times either dwindled away or been gradually replaced by the steam trawlers of our days. Yet a certain portion of the Finkenwärder and Blankeneser fishing vessels, under the influence of modern appliances, especially that of motor power, still holds the field on what may be called the high seas. The development of high powered steam trawling, beginning with the pioneer work of such persevering men as F. Busse in Geestemünde, whose first steam trawler "Sagitta" started trawling in 1885 and booked a loss of 15,000 Mk. in her first year, but undauntedly continued fishing against passive resistance and obstinate conservatism, the replacement of beam by otter trawl in 1895, the growth of the fleet and the extension of operations to far-off grounds, the actual situation and the enormous improvements at fishing harbours, such as Wesermünde — all these details about the German steam trawling industry are recalled to our mind or being new are presented in an interesting way. Herring trawling, about which we hear a great deal of controversy nowadays, is not forgotten.

Dr. Schnakenbeck's valuable contribution to fishery literature is fully and richly illustrated; many of the illustrations have already been published elsewhere (as in the periodical "Der Fischerbote" or in the "Mitt. d. Deutsch. Seefischerei-Vereins"), but there are also many new ones, either photographs or drawings, provided by the author himself or others, especially trawler-owners, or from the archives of museums.

We have stated that the scope of the task which Dr. Schnakenbeck undertook was an extensive one, and, in addition, somewhat out of the field of the pure scientist. The more we may congratulate the author in successfully accomplishing this work. J. J. T.

E. Ehrenbaum. Elasmobranchii. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. (Grimpe u. Wagler). Teil XII. e., Leipzig, 1927, 66 pp., 44 figs.

This handbook, though necessarily condensed, is written in an attractive way, is well edited and contains a comprehensive account of the cartilaginous fishes which will be most useful both to the student and to the expert. Much of it, naturally, comprises a study of published observations but

a considerable amount of original work is also incorporated, while the personal observations and opinions are sound and reliable. The text is not overburdened with the highly technical and abstruse nomenclature which has been adopted by recent systematists, and the names by which the individual species are probably more widely known are retained. The most recent nomenclature, however, is added in brackets along with the popular equivalent as used in each country. The classification adopted is as follows:—

Elasmobranchii:
1) Holocephali
2) Plagiostomi a) Selachii (Sharks)
b) Batoidei (Rays)

The families represented within the area are arranged serially under each order and synoptic keys are utilised, as the writer says, principally for the enumeration of the species. Subsequently each species is treated in detail, its diagnostic features are described and illustrated and its life history, habitat and distribution, so far as they are known, receive due consideration. This is the chief object of the work and occupies quite half of the present volume. In view of the fact that the North Sea plateau is in direct communication with larger areas from which it may receive occasional immigrants, the limits to be assigned to the area under consideration and the species which should or should not be included in the survey are questions which present difficulties especially with regard to active forms like fishes.

The Holocephali are represented by a single species *Chimaera monstrosa* which occurs within the area only in the deeper water of the Northern North Sea, the Norwegian Deep and the Skagerak. Collet's species *C. mirabilis* does not apparently extend to the North Sea plateau, the Norwegian Deep and the Skagerak though it has been recorded from the Faroe-Shetland area. The Scottish collections contain several specimens of this smaller *Chimaera* from the area to the West of the Shetlands.

Sixteen species of sharks are recorded from the area and only three of these, namely *Acanthias vulgaris*, *Carcharias glaucus* and *Lamna cornubica* have so far been taken in the Baltic. Some of the species, as for example *Zygaena malleus*, *Alopias vulpes*, *Selache maxima* and *Echinorhinus spinosus*, are occasional visitors whose capture within the North Sea has been exceptionally rare. *Pristiurus melanostomus* and *Spinax niger*, though occurring in the deeper water off the Norwegian coast, are probably absent from the North Sea plateau. Other species, as for example *Oxynotus centrina*, *Centrophorus squamosus* and *Centroscyllium fabricii*, which are not included in the list occur in neighbouring parts of the Atlantic and may quite feasibly be considered as possible immigrants.

The Batoidei are represented by fifteen species, twelve of which belong to the genus Raia, while the other three (1) the Torpedo Ray, *Torpedo nobiliana* (2) the Sting Ray, *Trygon pastinaca* and (3) the Whip (or Eagle) Ray, *Myliobatis aquila* are exceedingly rare. Of the twelve species of Rays, three only may be said to be generally distributed within the North Sea.

R. batis, *clavata* and *naevus* and of these the last, though recorded from Gullmar Fjord on the Swedish coast of the Skagerak, has not so far been noticed within the Baltic. The following species are absent from the shallower southern part of the North Sea — *R. radiata*, *fyllae* var. *lipacantha*, *circularis*, *fullonica*, *lintea* and *oxyrhynchus*. Three species, *R. blanda*, *maculata* and *undulata* enter the southern North Sea but are not established in the northern area, though *R. blanda* and *maculata* extend coastwise along the Atlantic seaboard to the Shetlands. Both are absent from Norwegian waters. No reference is made to Collett's species *R. nidrosiensis* which has been taken in the Norwegian fjords and off Aalesund. Little is known about its life history, its distribution and its synonymy, but there are definite characteristics which seem to point to a valid species.

The following differences of opinion are expressed by the writer of this article on a few specific points. *R. miraletus* L. which is cited doubtfully on page 32 as a synonym of *R. naevus* M. & H. is a definite species with a bluish ocellus on each wing and its diagnostic characters according to Linnaeus, Adolphi Friderici, 1764 are — "Raja dorso ventreque glabris aculeis ad oculos ternoque ordine in cauda". These facts should definitely eliminate it as a supposed synonym to *R. naevus* M. & H. which latter has a marbled ocellus, no median row of tail spines and the upper surface uniformly spinulose. *R. oxyrhynchus* which is cited on page 39 as the sharp-nosed Ray should be the Long-nosed Skate, while the former epithet might more aptly apply to *R. lintea*. The egg capsule of *R. fyllae* which is said to be unknown, vide page 30, was described and figured in 1925 by Nordgaard in Tromsö Museum Skrifter when it was shown to be identical with, though slightly smaller than, the capsule of *R. naevus*. The egg capsule of *R. lintea* which is stated on page 37 to be very similar to the capsule of *R. circularis* is entirely different and represents a smaller edition of the capsule of *R. marginata*. New facts have come to light through the recent discovery by the writer of this article of the egg capsules of *R. fullonica* which were found within the oviducts of adult females captured in July 1927 S.W. of the Faroes at a depth of 90 fathoms. There is little or no difference from the capsules of *R. circularis* Couch except that they are broader in relation to their length so that there is some justification in assuming close affinity between the species with similarly shaped capsules, especially when it is observed that these species in the adult stage also show a common characteristic in the absence of a median row of tail spines. *R. fullonica* is generally placed among the long snouted series but it really lies on the border line of the blunt and sharp series. This new knowledge tends to break down the artificial key to the species and to place *R. fullonica* among the blunt snouted series. *R. asterias* Moreau is given on page 35 as a synonym of *R. blanda* Holt and Calderwood, which latter species would thus come into the Mediterranean fauna, but Moreau's description is by no means clear and there is an obvious mixture of the Spotted Rays. We know far too little of the Mediterranean species and it is difficult to discriminate the various species from published works on the subject. The immense variability of the Rays is well known and the writer of this article suggests a thorough investigation into the Mediterranean species and comparison with the same species from other areas on a large number of individuals.

The report also includes chapters on various subjects like anatomy, locomotion, sense organs, reproduction and phosphorescence, which are usually treated in text books on Zoology, but many original observations are included in this section. The chapter on occurrence gives a generalised view of the distribution and the factors which limit the appearance of the species within the area. The low salinity, for example, of the Baltic keeps out most of the species and though seven species, three Sharks and four Rays, are recorded from this shallow sea, only two Rays, *R. batis* and *clavata* may be said to occur in numbers with any regularity, the others being occasional immigrants. Even in the North Sea the number of endemic species is small and the majority of the other species shows a definite relation to Atlantic conditions. It is desirable therefore that annual records of the occurrence of these rare immigrants should be faithfully recorded so that correlation may be made with physical and other biological factors. A fuller knowledge is required of the life history and bathymetric occurrence of the rarer species so that we may know the normal distribution and habitat of each.

The food of Chimaeras, Sharks and Skates consists of most of the groups of marine animals from mammals and birds to the small constituents of the plankton. Generally speaking, the size and type of food corresponds with the size of the fish, the size of the mouth, the shape and arrangement of the teeth. *Selache maxima*, the Basking Shark, is an exception as it feeds on the macroplankton, e.g. Schizopods. Several rows of the minute conical teeth appear to function, while the gill arches bear strainers which in some respects have a similar action to the baleen plates of the whale. Many of the Sharks, e.g. *Lamna*, *Acanthias* are predatory species which follow the pelagic shoals of herring and mackerel while a few have short or blunt teeth, e.g. *Mustelus*, *Scyllium* for crushing molluscs and crustacea. On page 53, at the end of the chapter on food, *Scyllium* occurs alongside *Lamna* and *Acanthias* as species which follow herring and mackerel shoals, but the first, essentially a bottom feeder, cannot be compared with the two others in this respect. The Chimaeras with their small mouths and plate-like teeth subsist normally on small animals, e.g. Crustacea, Mollusca, Echinoderms and Worms. According to Ehrenbaum, *Lamna* is the only Shark in our waters to be feared by man. The Skates are also omnivorous, the food ranging from fish to the smaller crustacea. The young stages after emerging from the egg capsules subsist mostly on Amphipods and Crangonids, the size of the food increasing with the size of the fish.

Many of the species are of economic importance. The Sharks, however, are too infrequent within the area to form any regular fishery, and apart from their size and activity, their vertical distribution, with a preference in most cases for the upper layers, renders them difficult to capture. The Rays, on the other hand, are generally distributed on the bottom and come within the scope of the otter trawl, as well as of lines and this is borne out by the published statistics of the landings by commercial vessels. The captures of Skates and Rays in the North Sea form about one-third of the total captures in all northern waters. A more detailed consideration, however, of the area of capture shows the North Sea to have the highest

total landings of all the northern areas, but the average catch per 100 hours' fishing is about the smallest. This indicates a greater intensity of fishing within the North Sea and a richer Skate fauna in those other areas, e.g. West of Scotland, South of Ireland, Bristol Channel, Bay of Biscay and off the Portuguese Coast, which show higher average catches. The maximum distribution of marketable species of Rays and Skates thus appears to lie to the W. and S.W. of the British Isles. R. S. C.

A. G. Huntsman and A. W. A. Needler. Fluctuations in the Haddock Fishery of the Bay of Fundy (Contrib. to Canadian Biology, New Series, Vol. III, No. 18, 1927).

This paper, like that of Johansen[1]) relating to the Western Baltic, forms a welcome contribution to the subject of the periodicity in the immigration of Haddock to areas lying at the boundary of its distribution and not normally yielding a considerable weight of catch. The study of the cycles of different types of brood survival must, ere definite conclusions be established, cover a very considerable period of years, but already it is becoming evident that a common law cannot be applied to independent areas (e.g. the North Sea, Iceland, the Western Atlantic seaboard). The years of abundant survival of fry are not necessarily the same for such areas, nor do they succeed each other at similar intervals. Even in neighbouring areas such as the North and Irish Seas it appears that the Haddock population is derived from quite different spawning regions. The result is that while the North Sea may share in the effects of five cycles of high brood productivity in twenty-five years, only about two such cycles affect the subsequent catches in the Irish Sea, which of course, is on the boundary line of Haddock distribution. Analogous in this respect to the Irish Sea, the Western Baltic and the Bay of Fundy also appear to be subject to a longer type of cycle than such real homes of the Haddock as the North Sea and the Iceland plateau. In the case of the Bay of Fundy, which receives a kind of overflow of feeding Haddock when the shoals are unusually numerous in deeper waters outside the Bay, it is suggested by the data of the authors (Figs. 4 and 5 in general) that there was a distinct falling away of the commercial catches from 1916 for a period of from six to eight years until the upgrowth and influx of the numerically strong 1920 brood took effect. The success of the commercial fishing (by long lines) in the vicinity of the biological station of St. Andrews is shown to be related to the comparative abundance of Haddock as determined experimentally by the number of Haddock caught per 1000 hooks (Figs. 3 and 4). From a high yield in 1916 there were progressively fewer fish to be caught until 1922 when a continous improvement lasting till 1924 set in. Fig. 1 demonstrates in convincing fashion that the falling off up till 1922 corresponded with the progressive diminution in numbers of a brood gradually increasing meantime in age and average size of fish; and that the recovery coincided with the appearance in 1922 of a fresh young

[1]) A. C. Johansen: "On the remarkable quantities of Haddock in the Belt Sea during the winter of 1925—26". Jour. du Conseil, Vol. I, No. 2, 1926.

brood whose increase in size of fish by 1923 and again by 1924 is made evident.

The rôle played by the various year broods in this course of events is thereupon determined by a study of the scales of the Haddock concerned. An age analysis of the material collected between 1921 and 1926 shows the various year broods to be present in the following proportions (Table 4):—

Brood	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924
3rd Summer...	..	..	..	0	*192* (1922)	9	0	17	0
4th — ...	..	..	0	2	*187* (1923)	30	69	21	..
5th — ...	..	1	4	0	*59* (1924)	*161* (1925)	*45* (1926)	..	..
6th — ...	10	1	0	0	23	19	..	..	..

(Dominant figures for year 1922—26 in italics.)

After the comparative failure of broods 1917—19 it is shown that brood 1920 remained dominant in the catches for the three years during which the commercial catches were rising, but was replaced in 1925 and 1926 by the broods of 1921 and 1922 respectively, each of which contributed materially to the catches. Since from 1924—26 four year old Haddock (i.e. in fifth summer) predominated the authors think it a fair deduction that in the area discussed, and for line fishing, a successful breeding year is most apt to affect the commercial catches four years later. On this premise they would ascribe the failure of the fishery from 1917 to 1923 to a failure of the breeding years from 1913—19. Brood 1912 is added to the latter group since it occurred scantily in small collections of scales which, taken in 1918—19, demonstrated only the presence of broods 1912, 1913 and 1914 — chiefly the last. Exception may be taken to part of this argument. Thus in Fig. 4 the total catches for Charlotte County (which includes Passamaquoddy Bay) for years 1916 and 1918 are comparable in amount with those for 1924 and 1925 and if a good brood year affects the catches at the age of four years it would seem that broods 1912 and 1914 cannot have been inconsiderable, though they may have failed to affect Passamaquoddy Bay itself. Fig. 5 likewise suggests good catches for the opposite side of the Bay of Fundy (which is only about 40 miles broad) in 1916, besides indicating that the 1920 brood took effect rather earlier there — in 1922. One is not convinced that in such a small area recognisable differences in the onset of successful broods can be distinguished, although it is conceivable that the 1920 brood (by analogy with what happens in the Scottish Moray Firth) first felt its way into the Bay along the deeper water on the east side. Statistical argument with regard to Haddock shoals in fairly shallow water tends rather to be at the mercy of the spasmodic inroads that fish makes into waters of slight

depth. Thus the whole shallower inner portion of the Bay of Fundy appears from Fig. 5 to have been but slightly colonised.

The main contention of the general dominance of the 1920 brood among those of from at least 1915 to 1924 is, however, established. Otherwise the 1923, 1922, 1921 and (possibly to a lesser extent) the 1916, 1914 and 1912 broods were the best numerically. A brood first appears in the Bay about its second or third year, and may affect the commercial catches up till about its sixth year, but with most effect about the fifth summer.

Figs. 6 and 7 show respectively the growth rates over a period of years and during a summer. The data were collected at various times during summer and it may be on this account that there is not strict agreement between the rates of growth of the different broods. It would of course make a difference of a few centimetres to the average lengths of the fish if they were sampled mostly about June in one year and about August in another. On this account it would perhaps have been better to calculate the growth rates from the scales of the fish, making due allowances for the well-known discrepancies which arise when such a method is used. But averaging all the data in Table 4 we obtain the following results:—

	Third Summer	Fourth Summer	Fifth Summer	Sixth Summer
Length (cms.)	*38.2*	*47.5*	*52.6*	*58.0*
Number of specimens	218	319	270	53

The variation of the individual broods from these average sizes is nowhere more than $\pm$ 3 cms., and apart from month of sampling might be occasioned by inadequate sampling. For the fifth summer the three broods well sampled give the same average size — $52^1/_2$ centimetres. On other grounds, however, the authors' suggestion of differential growth rates among the broods is worth bearing in mind. The immigrants may not always be drawn from the same centre of Haddock population. Those reviewed here appear to have been drawn from the south, where (e.g. at Nantucket Shoals), the growth rate has been found from scale measurements (with the appropriate corrections) to approximate to *35*, *46* and *53* cms. at the outset of the third, fourth and fifth summers respectively. Adding to these figures two or three centimetres for the current summer's growth the sizes quoted above for Bay of Fundy would be approached. The corresponding calculations made by Duff[1]) from 1914 material from Bay of Fundy yield (with the usual corrections) only *30*, *39* and *46*$^1/_2$ cms. respectively. This set of figures is rather in accord with results obtained from Canadian Haddock landed in British ports. The authors suggest that Duff may have overestimated some of the scale ages, but the possibility of immigration from a source other than the south must at least be envisaged.

The authors of the paper have done a distinct service in so suggestively opening up the biological study of the Haddock of the west Atlantic seaboard.

H. T.

[1]) Dorothy Duff: "Investigation of the Haddock Fishery, with special reference to the growth and maturity of the Haddock." (Contrib. to Canadian Biology, 1914—15, p. 95).

A. Bückmann. Weitere Untersuchungen über Schongebiete für die Scholle in der Nordsee. — Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meeresforschung. N. F. Bd. III. Heft 1. Berlin 1927.

Dr. Bückmann carried out investigations during September 1925 and March 1926 by means of research vessel cruises, principally within the areas proposed for closure by the International Council, in order to obtain further information on the stock of plaice and other fish therein. The objects were threefold, one, to find out whether the same conditions prevailed in 1925 and 1926 as in earlier post-war years investigated by Heincke and Mielck[1]), two, to ascertain whether it was necessary to close both inner and outer zones during the months investigated, and three, to see whether these areas, if closed, would give adequate protection to the plaice it was desirable to protect. For this latter purpose hauls were taken outside the areas.

With regard to the first object he states that the stock fished in earlier post-war years is not comparable with that found in his operations; in particular, catches taken at the same places in 1923 and 1924 differed very materially in size and age composition from those taken in 1925 and 1926. In the last two years there were proportionately more marketable and fewer unmarketable plaice than previously; this he explains by saying that the absolute numbers of the new brood through all the years after 1921 is on the decline. This may indeed be the case, but it is not altogether easy to reconcile the statement with Dr. Bückmann's paper "Vorwiegen des Jahrgangs 1922 im Schollenbestand der Deutschen Bucht" (Journ. du Cons. Vol. II. No. 1. March 1927), in which he shows that while the 1923 brood was sparse, that of 1922 was extraordinariiy plentiful — a condition which has also been confirmed by the English researches[2]). The point, however, is a very complicated one, which after all can only be decided definitely by further work on the age composition of the stock. Dr. Bückmann shows very clearly that it is the distribution of the stock that has altered; the quite small plaice migrated further out to sea in the summer than they did in earlier years. This too has been confirmed by the English investigations. Again he shows that the distribution was quite different in September 1925 from that of March 1926. In the Autumn the greatest quantity of plaice below 25 cms. were taken in the Outer Zone (22—27 m.) while in the Spring a negligible number were taken here, (with the exception of an area off the East Frisian coast which was not included in the proposed regulations). On the other hand a great quantity of these small fish were caught in the Inner Zone (0—22 m.) in March. Dr. Bückmann found that at both seasons plaice below 25 cms. were very numerous in the area off the East Frisian coast referred to above, and in consequence he recommends that in any regulations proposed the areas should be extended in order that it might be included.

---

[1]) Fr. Heincke & W. Mielck. Schongebiete für die Scholle in der Nordsee. — Bericht. der Deutschen Wiss. Komm. für Meeresforsch. N. F. Bd. II. Hft. 1, 1925.

[2]) D. E. Thursby-Pelham. Fluctuations in the Age Composition of the Plaice Stock in the North Sea during the period 1923 to 1926. — Journ. du Cons. Vol. II. No. 2, 1927.

Further he recommends that the Outer Zone should be open in March and closed in September. This he advises also on the grounds that while plaice predominated over other fish in the Outer Zone in September, the opposite was the case in March. Again in the Inner Zone and the area off the East Frisian coast plaice made up the greater part of the catch in March.

The results of the investigations are rendered very intelligible by the use of numerous charts and diagrams and form a very valuable addition to our knowledge of these grounds. It is indeed an attempt to provide by research cruises that which is lacking in the German statistics, which unfortunately do not give the catch for the different North Sea grounds, as well as the actual stock of both marketable and unmarketable fish. It suffers inevitably from the fault common to all fishery research in that a continous survey from month to month cannot be made. Very full use, however, has been made of the material obtained and it is admirably presented. Dr. Bückmann emphasises the need for further research work during the winter months, and in particular further data on the East Frisian area of 22—27 metres depth. D. T.-P.

E. Ford. Herring Investigations at Plymouth. I. Methods of collection and treatment of data. II. The average number of vertebrae for Herrings from the English Channel and south-east of Ireland. III. The Plymouth winter fishery during the seasons 1924—25, 1925—26 and 1926—27. IV. The growth of young herrings in the neighbourhood of Plymouth. — Journ. Mar. Biol. Assoc. Plymouth. N. S. Vol. XV, Nr. 1, 1928.

Der erste Teil behandelt in sehr eingehender Weise Material und Methoden und verbindet damit kritische Betrachtungen über die Methodik für derartige Untersuchungen und über deren Zweckmässigkeit. Die viele Jahre hindurch fortgesetzten Studien hatten sich die Beantwortung von zwei Hauptfragen als Ziel gesteckt, nämlich welche Jahresklasse oder Jahresklassen in der bei Plymouth betriebenen Heringsfischerei in verschiedenen Jahren vorherrschten, und ob die gefangenen Heringe alle einer Rasse angehören. Die in den vorliegenden Veröffentlichungen behandelten Untersuchungen erstrecken sich auf die Fangzeiten 1924—25 bis 1926—27.

Die Längenmessungen sind auf Millimeter vorgenommen, erst bei den späteren statistischen Berechnungen ist die übliche Abrundung auf volle Zentimeter nach unten erfolgt. Bei diesen Berechnungen sind neben den Mittelwerten und Abweichungen auch die Quartilwerte berücksichtigt. Es wird besonders betont, dass aus den Fängen der praktischen Fischerei nicht unbedingt sichere Schlüsse auf die wirkliche Grössenzusammensetzung gezogen werden können, da die Netze, deren Maschenweite den Wünschen der Fischerei entsprechen, beim Fang eine Auswahl treffen.

Bei den Altersuntersuchungen wird darauf hingewiesen, dass nicht die Schuppen von jeder beliebigen Körpergegend gleich gut für die Altersbestimmung geeignet sind. Hier sind die Schuppen von der Seite in der Gegend der Spitze der Brustflosse genommen. Hervorgehoben wird

auch die Schwierigkeit, die in der klaren Unterscheidung von Winterringen und Sekundärringen liegt. Das führt zu sehr »persönlichen« Urteilen. Bei der Bestimmung der Jahresklassen ist die Berücksichtigung des Zeitpunktes der Schuppenbildung nicht ausser acht zu lassen, denn bei Herbstlaichern wird ein Teil der Jungheringe bereits im eigentlichen Geburtsjahr mit der Schuppenbildung beginnen, der grössere Teil aber erst im darauf folgenden Jahre. Bei all diesen mit Recht hervorgehobenen Schwierigkeiten muss es als bedenklich bezeichnet werden, wenn nur drei Schuppen von jedem Fisch untersucht wurden.

Nach der Breite der Schuppenzonen wird auch das Jahreswachstum berechnet, wofür hier ein besonderer Apparat benutzt wird. Aus den so gewonnenen Werten wird versucht, bestimmte »Wachstumstypen« zu unterscheiden, die mit denjenigen aus anderen Gebieten verglichen werden. Und weiter wird die Möglichkeit erörtert, aus den so gewonnenen Wachstumsunterschieden auf die Wanderungen der betreffenden Heringe zu schliessen. Die kritischen Einwendungen des Verfassers gegen allzu weitgehende Schlussfolgerungen in der Beziehung sind nur zu berechtigt. Und gerade deshalb muss der Wert solcher Berechnungen als sehr zweifelhaft bezeichnet werden, wenn auch, wie im IV. Teil gezeigt wird, die theoretisch gewonnenen Zahlen mit den empirischen ziemlich übereinstimmen.

Für die Rassenuntersuchungen wird nur ein Merkmal, die Zahl der Wirbel benutzt, und abweichend von der sonst üblichen Zählungsweise wird das Endstück der Wirbelsäule nicht mitgerechnet. Wenn auch dies die Vergleichsmöglichkeit mit den Ergebnissen anderer Forscher nicht ausschliesst, so kann es doch nur zu leicht zu Irrtümern führen. Das könnte vermieden werden, wenn die Einheitlichkeit der Methodik bei allen derartigen Untersuchungen gewahrt würde, zumal ein triftiger Grund für diese Abweichung nicht ersichtlich ist. Die mancherlei Berechnungen, die zur Unterscheidung der Rassen und zur Feststellung von Fehlern vorgenommen werden, aber zu keinem Ergebnis führen, hätten sich erübrigt, wenn statt dessen eine grössere Zahl von Merkmalen benutzt wäre. Einmal hätten sich dadurch diese Untersuchungen besser in den Rahmen des grossen, von vielen Seiten in Angriff genommenen Forschungsgebietes eingefügt, und ausserdem kommt es in erster Linie auf ein klares praktisches Ergebnis an, die tatsächliche Charakterisierung der Rassen. Es dürfte nicht zweifelhaft sein, dass dies Ziel besser durch konkrete, empirisch gewonnene Zahlen verschiedener Merkmale erreicht wird als durch theoretische Berechnungen an einem Merkmal, so interessant diese an sich auch sein mögen.

In dem letzten Abschnitt, in dem die biologischen Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen besprochen werden, vor allen Dingen die Frage, ob die Wirbelzahl ein erbliches, d. h. genotypisches Merkmal darstellt oder durch die Einwirkung der Umgebung beeinflusst wird, eine Frage, die natürlich noch vollkommen ungeklärt ist, wird vom Verfasser der Wert der zahlenmässigen Merkmale (Wirbel, Flossenstrahlen, Kielschuppen) für die Rassenbestimmung nicht als ganz zuverlässig betrachtet. Das muss in Anbetracht der bisher auf diese Weise erzielten Ergebnisse doch als etwas zu weitgehend erscheinen.

Der zweite Teil behandelt die Ergebnisse der Wirbelzählungen,

nachdem zu Beginn eine Übersicht über die Ergebnisse anderer Autoren aus dem gleichen Gebiet gegeben ist. Dieses ist in einzelne Untergebiete geteilt, aus denen die Proben miteinander verglichen werden. Als erste Feststellung betont der Verfasser, dass in keinem der Teilgebiete die Schwärme einheitlich sind. Die Abweichungen zwischen den höchsten und niedrigsten Mittelwerten der einzelnen Proben betragen 0,24 bis 0,51 Wirbel. Gerade die verhältnismässig geringen Abweichungen der Mittelwerte zeigen, dass die Verwendung eines einzigen Merkmals zur Unterscheidung von Rassen vollkommen ungenügend ist. Wenn aber trotz dieser Abweichungen für jedes Teilgebiet der Mittelwert berechnet wird, so zeigt sich eine, wenn auch nicht sehr wesentliche, Zunahme der Wirbelzahl von Osten nach Westen.

Es ist ausserdem nirgends ein Hinweis zu finden, dass zur Klarstellung der Rassenvermischung in den Schwärmen die Reifebestimmungen mit herangezogen wurden. Eine vollkommene Einheitlichkeit der Schwärme ist nur selten zu finden. Dass aber trotzdem eine Scheidung möglich ist, ist erwiesen. Weitere Schwierigkeiten für die Anwendung der Wirbelzahl zur Unterscheidung von Rassen werden noch in möglicherweise vorkommenden jährlichen Abweichungen in den Werten dieses Merkmales gesehen, wenn dieses bei seiner Bildung unter der Einwirkung äusserer Einflüsse steht, eine Annahme, die bisher eine Rassenunterscheidung nicht behindert hat.

Sehr viel mehr Wert als auf die Erkennung von Rassen wird auf die Analyse der Zusammensetzung einer Heringsbevölkerung in einem bestimmten Gebiet und zu bestimmten Zeiten gelegt. Dabei soll die Zahl der Wirbel als Richtlinie zur Erkennung der Bedingungen, unter denen die Heringe bis zur Festlegung der Wirbelzahl aufgewachsen sind, dienen, die Wachstumsberechnungen nach den Schuppenzonen zur Erkennung der Bedingungen in den Lebensjahren nach vollendeter Wirbelbildung. Da aber die Voraussetzungen vorläufig noch Hypothesen sind, erscheint es bedenklich, hierauf sichere Schlussfolgerungen aufzubauen.

Der dritte Teil behandelt die praktische Heringsfischerei in den Gewässern von Plymouth und die Zusammensetzung der Fänge. Obwohl die Heringsanlandungen in Plymouth von Ende September bis Anfang März andauern, ist doch die wichtigste Zeit die vom Dezember bis Januar. Seit 1918 hat sich die Zahl der an der Fischerei beteiligten Dampffahrzeuge sehr stark, fast um das Vierfache, vermehrt, nicht so sehr die der Motordrifter. Die Gesamtanlandungen haben dementsprechend ständig zugenommen, abgesehen von gewissen Schwankungen, die bei der Heringsfischerei stets vorkommen. Ausserdem werden noch einige vergleichende Berechnungen zwischen den Fangerfolgen von Dampf- und Motordriftern angestellt und einige sonstige die praktische Fischerei behandelnden Fragen erörtert.

Einen grossen Raum nimmt die Analyse der Fänge nach biologischen Gesichtspunkten ein. Der Reifezustand der Heringe zeigt zwar im grossen und ganzen ein Fortschreiten von »unreif« (Nov. und Dez.) über »reif« (Dez. und Jan.) zu »ausgelaicht« (Febr.), aber daneben sind auch Vermischungen von verschiedenen Reifestadien zu gleichen Zeiten sichtbar, die deutlich auf eine Rassendurchmischung hinweisen. Wären diese verschie-

denen Reifestadien bei der Wirbelzählung berücksichtigt, so hätte das die Ergebnisse wesentlich gefördert. Hier ist nur der Versuch gemacht, aus der Laichzeit auf den Beginn der Schuppenbildung und unter Hinzuziehung von Temperaturkurven auf die Beeinflussung der Wirbelbildung durch die Umgebung Schlüsse zu ziehen, die etwas problematischer Natur sind.

Die mittlere Länge zeigte in der Fangzeit 1926—27 einen geringeren Wert als in anderen Beobachtungszeiten, eine Erscheinung, die mit dem Einfluss einer stärkeren Durchmischung mit jüngeren Fischen erklärt wird. Regional betrachtet ergab sich eine Tendenz steigender mittlerer Länge von Ost nach West. Nach der Alterszusammensetzung zeigte sich ein starkes Überwiegen der Jahresklasse 1920 in den Schwärmen während drei Fangzeiten, dagegen ein starkes Zurücktreten des Jahrganges 1921. Die Jahresklasse 1923 wiederum deutete auf eine Besserung hin. Es wird hervorgehoben, dass der Individuenreichtum des Jahrganges 1920 auch in anderen britischen Gewässern beobachtet wurde.

Weiter werden Berechnungen über die Längenverhältnisse der einzelnen Altersgruppen in den verschiedenen Fangjahren, über Wachstum, Länge bei Bildung des ersten Winterringes und theoretische Vorausbestimmung des Wachstums im folgenden Jahre angestellt, bei denen viel mit Hypothesen gearbeitet wird. Bedenklich erscheint es, daraus weitergehende biologische Schlüsse zu ziehen, z. B. auf Wanderungen, Laichgründe, Wachstumsbedingungen bestimmter Gebiete. Als Arbeitshypothesen, wie der Verfasser sie wohl aufgefasst haben will, kann man sie unter der nötigen Vorsicht immerhin gelten lassen.

Der vierte Teil schliesslich beschäftigt sich mit den Jugendformen, die in den Gewässern von Plymouth gefangen wurden. Interessant ist die Tatsache, dass in diesen Schwärmen Individuen mit anormaler Schwanzflosse in so grossen Mengen vorkommen, dass deren Auslese bei Messungen die Stückzahl in den einzelnen Fängen erheblich vermindert hätte. Es wurde deshalb hier nicht die Gesamtkörperlänge sondern die Rumpflänge gemessen und später ein Korrektiv angewandt, um eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Autoren zu schaffen. Die Zusammensetzung der einzelnen Fänge zeigte, dass die Jungfische die Neigung haben, sich nach gewissen Grössen in Schwärmen zusammenzuhalten. Zeitweise sich geltend machender Einfluss von Süsswasser drängt die Fische weiter stromabwärts. Es scheint dabei, dass die grösseren Tiere empfindlicher gegen Süsswasser sind als die kleineren.

Die Untersuchung des monatlichen Längenzuwachses zeigte grosse Raten in den ersten Monaten (Juni bis August) bei fortschreitender allmählicher Abnahme bis in den November. Aus gewissen Unterschieden zwischen den Proben aus dem Tamar und Lynher zieht der Verfasser den Schluss, dass in den beiden Gebieten der monatliche Längenzuwachs verschieden sei. Sollte nicht möglicherweise die Ursache für die Unterschiede darin zu suchen sein, dass im Juni in den seenäheren Gebieten des Lynher bereits grössere und ältere Individuen angesammelt sind als in den inneren Gebieten des Tamar?

Von gewisser methodischer Bedeutung, als Prüfung für die Richtigkeit des aus der Zonenmessung der Schuppen berechneten Jahreswachstums ist

die hier vorgenommene Feststellung der Länge am Ende des ersten Jahres. Es ergibt sich, dass bei den hier untersuchten Proben die Länge der 0-Gruppe Anfang Dezember zwischen 90 und 160 mm, also recht erheblich, schwankte. Als Mittel ergab sich eine Länge von 130 mm. Die rechnerisch auf Grund der Zonenbreite bei Plymouth-Heringen erlangten Mittelwerte von 138,8 bezw. 128,6 mm in zwei untersuchten Jahren werden diesem Wert gegenübergestellt. Auch die Variationsbreiten zeigen eine gewisse Übereinstimmung. Ob aber dieser angesichts der starken Variation grosser Wert beizumessen ist, mag dahingestellt bleiben. Vor allen Dingen muss man sich fragen, ob denn die nachträgliche Feststellung, wie das Wachstum in früheren Jahren gewesen ist, von so grosser Bedeutung ist, dass sie derartige Berechnungen rechtfertigt. Von praktisch grösserer Bedeutung dürfte doch wohl die Feststellung der tatsächlichen Grössenverhältnisse der einzelnen Altersgruppen sein.

Bei diesen Jungfischuntersuchungen ist sehr zu vermissen, dass keine Rassenanalyse vorgenommen ist. Es wird von vornherein angenommen, dass die im Tamar und Lynher gefangenen jungen Heringe die Jugendstadien der Heringe sind, die in den Seegewässern von Plymouth Gegenstand der grossen Fischerei sind. Das mag zutreffen, ist aber nicht bewiesen. Bei allen vier hier besprochenen Arbeiten ist zu bedauern, dass sie sich in der Methodik wenig an andere einschlägige Arbeiten anlehnen und sich daher in den Rahmen der innerhalb der Internationalen Meeresforschung ausgeführten Untersuchungen nur unvollkommen einfügen.

SCHNAKENBECK.

HERBERT HEIDRICH. Ueber die Fortpflanzung von *Clupea sprattus* in der Kieler Bucht. — Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen Abt. Kiel. Neue Folge. V 20,1. Kiel und Leipzig 1923.

Since HENSEN in the year 1887 ascertained that the eggs of the sprat were pelagic and not found at the bottom as for the related species the herring, the propagation of the sprat has been the subject of many investigations regarding the time of spawning, the distribution of the eggs in the sea, the development of the eggs and larvae, etc. About the rate and mode of spawning and the amount of egg-production of each individual, however, very few observations have been made. This latter is the object of the present paper, worked out in relation to HENSEN's method of calculating the amount of fish in the sea.

Apart from HENSEN's theory, however, the investigations have revealed so many new facts regarding the propagation of the sprat that a short review may be of interest. The most important result of the investigation is that the author has ascertained that the propagation of the sprat takes place in a most definite way in batches (Quoten). On an average the spawning of an individual extends over $2^1/_2$ months, in which time there are 8—9 spawning phases at intervals of 8 to 10 days. The number of eggs spawned during one period of propagation increases with age and size. Thus the author has found that the sprat at 2 years old on an average spawns 11,000 eggs during one period, at 3 years old 27,000, and at 4 years old 36,000 eggs. The strength of the batches too increases according to age and size, but is dependent on the sequence of the spawning phase,

the intermediate phases being the richer. The amount of eggs in a batch might for the larger sprats run as far as about 5000 eggs, while for the 2 years old sprat the amount of the largest batch may not exeed 2000 eggs.

The size and quality of the eggs too are dependent on the sequence of the spawning phase; in the first batches the eggs are larger and those ripened later run smaller. Some phenomena of degeneration observed make it doubtful if the last batch has any importance whatever for propagation.

The present reviewer has had very little opportunity to study the conditions of propagation of the sprat, as the Norwegian sprat fishery mostly depends on the virgin fish in its second summer. I can thus add very little to the facts stated in the paper. When the author, however, seems to maintain that the principal growth of the mature sprats takes place during August to January, I must express my doubt, and cannot find any facts stated in the paper on which such a theory might be based. The material of mature, mostly 2 years old sprats which has come under my observation always shows a good spring growth, and in August most of the increase of the year has been obtained. My observations are mostly based on scale measurements and calculation, but direct observations on catches made in late autumn seem to confirm the results.

Then I have some objection to raise to the method used of stating the age. The author uses the terms O-group, I-group, etc., but not in the ordinary sense. As he states it, a sprat of the I-group in the autumn is as he uses the terms well on in its 3rd year, it is in other words $2^1/_2$ years old. Such a use of the term group is quite confusing and the reader is never quite sure about the range of the groups. If these terms are used, then they should always be used in the proper way: the 0-group for fish in its first year (1 summer growth), the I-group for fish in its second year (2 summers growth) etc. When a new summer growth is started then the fish enters into the next group. If this use of the terms is inconvenient, then other terms must be applied or confusion will be the result. For the sprat the present reviewer always uses the summer zones as the basis for the age groups, and states the age in summers or simply in years. As the optimum of spawning is in the spring the commencement of the new growth might conveniently and properly be applied as the year limit. For species propagating in the autumn, say the autumn spawning herring, modifications may be applied so that the age is expressed in a suitable way.

PAUL BJERKAN.

CHR. HESSLE. Sprat and sprat-fishery on the Baltic coast of Sweden, Meddelanden från Kungl. Lantbruksstyrelsen Nr. 262. Stockholm 1927.

In this paper Dr. HESSLE gives an account of the investigations on the sprat fishery of the Swedish Baltic coast from Blekinge north to about Stockholm, Gotland included. The reviewer was especially interested in the paper as he expected to find a sprat fishery with conditions somewhat similar to those prevailing on the Norwegian coast. In this he was, however, disappointed. The material treated is mostly older sprats — sprats in their 3rd to 5th summer and thus for the most part mature. Only one

sample displays the 2nd summer sprat as dominant, and of young fish (1 summer) only 13 individuals have been caught. Compare with this the fact that during the years 1920 to 1925 at least 95 per cent. of the total catch at the Norwegian coast consisted of sprats of 2 summers growth. The sprats investigated are thus most decidedly mature sprats, with only some intermixture of younger fish and then mostly the larger and more developed individuals. As the author states, the strength of the year-classes seems to be of much importance for the fishery of the mature sprats; thus it appears that during 1923 the older year-classes, 1919 –1921, were dominant and that during the following two years the younger year-classes were more important. As stated by the author the year-classes are naturally more shortlived for such a species as the sprat. A full understanding of the changes in the year-classes, however, can not be achieved, it seems to me, before the young-fish shoals are found and studied. The segregation of a year-class from the young-fish shoals and the immigration into the shoals of mature sprats are not each year proportionally the same, but change with size and rate of development; one year this development might be lagging, another year advanced. In this connexion the reviewer would point out that the average size found by the author for the sprats with 2 summer-zones (Tab. 3) is by far too high for such a small sprat as that of the Baltic. The author has felt the same himself but thinks it is due to the selective influence of the gear. To my mind it is most decidedly caused by the fact that of this young year-class only the larger individuals have immigrated into the shoals of mature sprats. In Norwegian waters I have found the same in sprats from intermixture with small herrings and in a few instances among older sprats. The mean size for sprat with 2 summer-zones on the Norwegian coast, and in the North Sea as well, does not exceed 11 cms.; accordingly a mean of 11.5 to 12 cm. for the small Baltic sprats seems to be too high.

The principal feeding time of the sprat the author finds certainly to be the latter part of the summer. The young-fish shoals on the Norwegian coast feed most decidedly on the copepods in the upper layers during the spring and must therefore be kept in the seines some days to digest their food. In late summer and autumn they feed on the larger plankton deeper down, but most likely not so heavily, as it is not necessary to keep the sprats in the seine for long. About the feeding season and time of growth for the mature sprat it would be very interesting to have some definite facts, as the statements by Heidrich and Hessle do not quite agree with the facts found by means of scale-measurements.

The author has made some countings of the vertebrae, but has not found any indications of definite races. The mean values of the number of vertebrae coincide with those found in Norwegian waters, about 48, but are higher than those from the southern North Sea, about 47.60.

To the reviewer this work on mature sprats has been of great interest, and has given new points as to the relation between the young-fish shoals and the mature sprats. It would be very interesting if the author could follow up his investigation and find the young-fish shoals too. They ought to be found in his domain, and the good opportunity ought to be utilized.

Finally one remark about a statement on page 14. The Norwegian

sprat fishery does not depend on the catch of the 0-group in the proper sense. The young-fish shoals on the Norwegian coast mostly consist of sprats in their 2nd summer and thus properly belong to the I-group.

PAUL BJERKAN.

J. H. ORTON. Observations on the Fal Estuary Oyster Beds during 1926, including a Study in Over-fishing. — Journal Mar. Biol. Assoc. (N.S). Vol. XIV. pp. 923—934. 1927.

In the present paper the author presents the results of some observations and investigations concerning the Fal Estuary oyster beds, carried out by him in the summer of 1926. He points out that the growth in that summer set in already in April and lasted into May—June, in the course of the summer no general new growth was observed. In September the growth was renewed, first in the lower beds, in October also in the upper beds, and this period of growth was continued till the end of October. Spatfall was relatively good in the summer of 1926, yet the total amount of spat was only scanty, compared with the stock of oysters; the brood and spat dredged together with larger oysters as a rule only amounted to 10—20 per cent. of the latter. This percentage may very well seem small — and the discrepancy between the input and output of oysters is also by the author stated to be serious — but compared with the normally occurring proportion between spat and older oysters in the Limfjord and at West Slesvig, it must be termed rather favourable. Spawning was only scanty in May and the greater part of June; it was not until the end of June, at full moon spring tides, that extensive spawning began and was continued till full moon spring tides about September 23rd; even at the beginning of October there were 10 per cent. of black-sick oysters. Some variation as to the beginning of spawning etc. was apparent in the different parts of the Fal Estuary beds, spawning occurring at an earlier date in the upper than in the lower beds. A similar difference may be observed between the Fal Estuary beds and the West Mersea oyster beds, in which latter spawning sets in at a much earlier date. The author is certainly right in presuming that this is caused by water of the Fal Estuary beds being much more slowly heated, due to the large body of tidal water flowing into and out of the deep channels in the Fal Estuary beds directly from the English Channel. Such an influence of temperature is in very good agreement with the results from the investigations in Norway and Denmark.

From comparisons between dredgings in 1924 and 1926 it turns out that the stock is being constantly reduced. The author maintains that no improvement of this situation is to be expected, the input being less than the output, by fishing alone. It may perhaps seem strange that the author does not take into consideration the natural mortality which is, however, a well known factor of great importance to the output. It appears from this paper, that a certain interesting agreement exists between the variation of the stock of oysters in some English beds and that of Danish and German beds.

R. SPÄRCK.

J. H. Orton & C. Amirthalingam. Notes on Shell-Deposition in Oysters. With a Note on the Chemical Composition of "Chalky" Deposits in Shells of *O. edulis*. By H. O. Bull. — Journ. Mar. Biol. Assoc. (N.S.) Vol. XIV. pp. 935—954. 1927.

This paper contains the results of preliminary studies on shell depositions in oysters. A detailed explanation is given of the distribution of the so-called chalky shell-deposits on the internal faces of the valves in *O. edulis* and *O. angulata*. It is a well known fact that internal shell areas may often be observed on which the crystalline nacreous layer is replaced by an apparently amorphous, soft, white mass. The distribution of these areas in the shells is such that it seems to be the function of the chalky deposits rapidly to fill in grooves, hollows etc. In *O. edulis* of medium age the chalky deposits usually occur over the exhalant chamber, and, according to the authors, this is due to the mantle here often being extended and contracted, for which reason it is of importance that the inside of the shell should be flat. All these chalky deposits therefore must be considered as due to local unsuitabilities of the contour of the shell, and as formed to adapt the shape of the shell to the changing needs of the animal. Deposits of conchyolin and pigmentation in *O. edulis* are further shortly discussed. Also in this paper it is stated that the shell has two growth periods, spring and autumn, and observations are set forth which indicate that crystalline depositions cease in *O. edulis* at a temperature of about 11° C. This latter observation will, if confirmed, be of a certain practical importance. The problems treated in this paper concerning shell-depositions and development and growth of shell are as yet in many respects far from solved; the present paper therefore rightly arouses great interest.

R. Spärck.

J. H. Orton. Observations and Experiments on Sex-Change in the European Oyster (*O. edulis*). Part I. The Change from Female to Male. — Journ. Mar. Biol. Assoc. (N. S.). Vol. XIV. pp. 967—1045. 1927.

The present paper contains the first part of a detailed record of investigations of the sex and the breeding-habits of *Ostrea edulis*, carried out by Dr. Orton during a long period. The main results are partly known already from a long series of preliminary reports published in "Nature". In the now published first part the change from female to male is discussed and some further elucidation given as to the sex and breeding of the oyster. Some previous observations made in Holland and the Limfjord (for instance that male-spawning is the first to set in; that the proportion of ripe females often diminishes in the course of summer) are confirmed. Results of investigations of the gonad in 702 "sick" oysters are further presented, to the effect that after egg-spawning sex-change sets in in the course of few hours, causing the individual in question to develop spermatozoa. Thoroughly and convincingly the author states how the sperm development after egg-spawning is very quickly increased in relation to the progressive age of the gonad, reckoned from the instant of egg-spawning. These investigations fully confirm the view formerly set forth by the author as well as the reviewer that all oysters after spawning nor-

mally pass into a male phase. It is likewise confirmed that oysters mainly spawn either as males or as females.

Results are further presented of the examination of the gonad in 444 oysters at intervals after they have emitted their larvæ. From this material it appears that the male-phase following the egg-spawning lasts at least one month, and decreases in the course of the following month when egg-development once more sets in. If the egg-spawning takes place late in the summer the male-phase will probably last all through the winter. At twelve months from the last egg-spawning a considerable number of individuals will once more have become functional females. The reviewer cannot help remarking that this result, which is supported by a large statistical material, is in perfect agreement with the view expressed by him in his paper on the sex-change of the oyster.

Finally the author has some remarks on the physiology of sex in *O. edulis*, and sets forth the hypothesis that the sex-change of the oyster may be due to variations in metabolism. With our present knowledge of the physiology and cytology of the oyster I should not think it possible to give any definite answer to this question. But the hypothesis does not seem at all improbable. From other sides it has been stated that temperature appears to be of great importance to the rate of development of the different phases, which seems to indicate that rhythmic variations of metabolism must be taken into consideration. With regard to the author's mention of Manoilov's chemical reaction for sex as possibly important for future investigations of sex-change in the oyster, attention must unfortunately be called to the fact that several experiments have proved this reaction to be of small value in this connection.

Without doubt the results contained in this paper are valuable and based on thorough investigations, but it cannot be denied that the many details and the large statistical material make it less easily read. It may also seem astonishing that no information at all is given as to temperature and other hydrographical factors on the beds from which the oysters are dredged. Some mention of nourishment and stomach-contents at the different phases might also be of some importance. The announced continuation of these researches will be awaited with great interest.

R. Spärck.

Ilmari Välikangas. Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. I. Ueber das Plankton, insbesondere das Netz-Zooplankton des Sommerhalbjahres. 298 S., 6 Tafeln. — Acta Zoologica Fennica, I, 1926.

Die Untersuchungen der letzten Jahre über Brackwasserbiologie haben immer deutlicher gezeigt, dass es hier eine Reihe interessanter Probleme zu lösen gibt, welche sowohl von einem rein hydrobiologischen Standpunkt als in Bezug auf die Abwasserfrage von hervorragender Bedeutung sind. Denn nicht nur der Chemismus des Mineralisierungsvorganges der organischen Verunreinigungen sondern auch die dazu erforderliche Tätigkeit der Abwassermikroorganismen, hauptsächlich Bakterien, farblose Flagellaten und Ciliaten, werden mehr oder weniger von den im Brackwasser vorhandenen Meeressalzen beeinflusst. Im einzelnen ist von den

spezifischen fäulnisbiologischen Vorgängen, insbesondere von der Bedeutung des Planktons bei der Selbstreinigung im Brackwasser, noch wenig bekannt und jeder neue Beitrag auf diesem Gebiet ist daher freudig zu begrüssen.

Zu diesen Beiträgen gehört die vorliegende, bereits vor mehr als einem Jahre erschienene, schöne Arbeit VÄLIKANGAS', welche ausgeführt wurde im Anschluss an eine physikalisch-chemische Untersuchung der Gewässer in der Umgebung von Helsingfors, die die Stadtverwaltung veranlasst hatte, als die Frage betreffs einer Neuregelung der Abwasserbeseitigung aktuell geworden war. Sie behandelt nicht nur den Einfluss der Verunreinigung auf das Plankton, sondern versucht auch ein Bild zu geben von den planktologischen Verhältnissen im Hafengebiet von Helsingfors überhaupt. Der jetzt abgeschlossene erste Teil befasst sich mit den Verhältnissen während des Sommerhalbjahres (Anfang April bis Ende Oktober).

In der Einleitung gibt der Verfasser zunächst einen kurzen historischen Ueberblick über die Entwicklung unserer Kentnisse des Planktons an der Südküste Finnlands sowie eine Beschreibung des Untersuchungsgebiets, der sich einige Notizen über Material und Metode anschliessen.

Das Untersuchungsgebiet umfasst das Hafengebiet von Helsingfors im weitesten Sinne, also ausser den eigentlichen Häfen auch das ganze System von Buchten und Fiords, welche das Stadtgebiet umsäumen respektive darin einschneiden. Im Ganzen ist das Gebiet sehr seicht; die mittlere Tiefe des weitaus grössten Teils erreicht nicht ganz 5 m, der Boden besteht im allgemeinen aus grauem Schlick. Die eisfreie Periode ist kurz; nach dem Eisgang erwärmt sich das Wasser jedoch schnell und dank ihrer Seichtigkeit und teilweise recht grossen Abgeschlossenheit können die innersten Buchten im Hochsommer sehr stark und vollständig erwärmt werden. Das von auswärts in das Hafengebiet eindringende Meerwasser hat an der Oberfläche einen Salzgehalt von etwa 5 bis 6 Promille, in 20 bis 30 m Tiefe gewöhnlich zwischen 5.5 und 7 Promille. Im Hafengebiet erfährt dieses Meerwasser jedoch eine beträchliche Aussüssung. Die Angaben über Sauerstoff und Ammoniak, Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers sind im Original nachzusehen. Wichtig ist, was der Verfasser über die Wasserumsetzungen und Strömungen mitteilt. Im östlichen Teil des Gebietes ist der direkte Einfluss der Strömungen draussen im Meere sehr gering, doch es wird hier durch die Süsswasserzufuhr eine Zirkulation zuwege gebracht, und zwar mit ausgehender Strömung in den oberen Schichten, einwärts gerichteter in den tieferen, welche jedoch in den Sommermonaten sehr schwach sein muss. Daher ist die Wasserumsetzung zur Zeit der höchsten Planktonproduktion in diesem Teil des Gebietes minimal. Westlich von Helsingfors kann die Süsswasserzufuhr unberücksichtigt bleiben, während in den äusseren Buchten die Meeresströmungen naturgemäss den wichtigsten Faktor darstellen. Einige Angaben über Material und Methode, wobei der Verfasser bestrebt war, sei es auch mit einfachen Mitteln, möglichst genaue quantitative Resultate zu erreichen, bilden den Schluss des ersten Kapitels.

Das zweite Kapitel bringt ein Verzeichnis der im Plankton beobachteten Organismen, welches, wie es ja meistens der Fall ist, keineswegs beansprucht vollständig zu sein. Es fehlen wohl manche der kleinsten

Nannoplanktonten, sowie einige Arten, welche infolge der Formalinkonservierung unbestimmbar waren. Es wurde jedoch, was bei Untersuchungen wie die vorliegenden zweifelsohne richtig ist, in erster Linie auf die in grösseren Mengen vorkommenden Arten geachtet. Ausgeprägte Süsswasserformen sind als solche gekennzeichnet, darunter allerdings Arten wie *Dactylococcopsis rhaphidioides* Hansg., *Nitzschia acicularis* W. Sm. und *Didinium nasutum* Stein, welche wenigstens in Holland ihre optimalen Lebensbedingungen im oligohalinen resp. schwach-mesohalinen Wasser haben. Auffallend ist das Fehlen von *Brachionus mulleri* Ehrb., sowie von *Pedalion fennicum* Ler., welche letztere in Holland zu den streng mesohalinen Arten gehört. *Kirchneriella subsolitaria* West, eine sehr resistente kleine Art, welche fast immer mit *Dactylococcopsis* zusammen gefunden wird, ist vielleicht übersehen worden.

Im dritten Kapitel gibt der Verfasser sehr ausführliche Beschreibungen des Planktons an den verschiedenen Stationen im Hafengebiet in den verschiedenen Monaten des Sommerhalbjahres. Dieser Abschnitt enthält eine Menge wichtiger biologischer Beobachtungen, auf welche ich hier im Einzelnen nicht näher eingehen kann, denen sich im vierten Kapitel eine allgemeine Uebersicht über die qualitative und quantitative Verbreitung des Planktons im Hafengebiet anschliest. Die quantitativen Ergebnisse sind teils durch Kugelkurven (Lohmann), teils durch die von Scourfield bereits im Jahre 1897 vorgeschlagenen und in vielen Fällen brauchbareren Logarithmenkurven graphisch dargestellt. Als wichtigstes Ergebnis erwähne ich hier nur, dass die niedrigste Produktion des Phytoplanktons in den seichtesten Buchten ohne Abwasserzufuhr, das reichlichste Phytoplankton hingegen so gut wie immer in der abwasserreichen Tölöbucht beobachtet wurde. Letztere wies in Uebereinstimmung damit auch immer das reichste Zooplankton auf. Unter den Phytoplanktonten sind es vor Allem die Diatomaceen und Schizophyceen, welche die Produktionshöhe bestimmen, mehr lokal können auch Chlorophyceen und grüne Flagellaten von Bedeutung sein. Im Netz-zooplankton spielten während der Beobachtungszeit, wenn man das Gebiet als Ganzes betrachtet, die Rotatorien die Hauptrolle, namentlich in den seichten Buchten. Nach aussen nimmt ihre Bedeutung immer mehr ab. Hier überwiegen manchmal die Copepoden; die Bedeutung der Cladoceren ist überall gering.

Das fünfte Kapitel enthält sehr ausführliche Betrachtungen über die Beziehungen zwischen der quantitativen und qualitativen Verteilung des Planktons und den Milieubedingungen im Hafengebiet. Dieser Abschnitt gehört zu den wertvollsten der ganzen Arbeit. Wichtig sind vor Allem die Ausseinandersetzungen über Kolkwitz' und Marsson's Saprobiensystem, wobei unter Anderem die Frage erörtert wird, ob es Sauerstoffmangel oder andere Ursachen sind, welche die verschiedene Saprobität der Organismen in erster Linie bedingen. Der Verfasser ist der Ansicht, dass seine Befunde dafür sprechen, dass die verschiedene Saprobität, zum mindesten der Zooplanktonten, hauptsächlich von nahrungsphysiologischen Ursachen abhängt. Von hervorragender Bedeutung sind auch die Erörterungen über den Einfluss des Salzgehaltes auf die Verbreitung der Planktonten. Der Verfasser schliesst sich hier meiner Einteilung des Brackwassers resp. der Brackwasserorganismen an, doch kommt ganz richtig

zu dem Schlusse, dass die mesohaline Zone so grosse Variationen aufweist, dass eine Verteilung in zwei Unterzonen, welche er meio- oder β-mesohalin (S von etwa 2 bis 8 Promille) und pleio- oder α-mesohalin (S von 8 bis 16.5 Promille) nennt, unerlässlich ist. Für die speziellen Auseinandersetzungen über dieses Thema, sowie über die Bedeutung der übrigen Milieufaktoren sei auf das Original hingewiesen; es kann leider hier nicht näher darauf eingegangen werden.

Das sechste und letzte Kapitel bringt schliesslich den Vergleich des Hafengebietes von Helsingfors in planktologischer Hinsicht mit anderen Teilen der Meeresgewässer Finnlands sowie einigen ausländischen Brackwassergebieten. Von den letzteren wird jedoch nur das übrige Ostseegebiet eingehender behandelt. Zum Schlusse benutzt der Verfasser die Gelegenheit, um auf die merkwürdige Erscheinung, dass viele autochthone Brackwasserformen an weit von einander entfernten Lokalitäten beobachtet sind, hin zu weisen. Als solche nennt er u. A. *Diplopsalis pillula*, *Heterocapsa triquetra*, *Rhizosolenia minima* (= *Monoceros isthmiiformis* van Goor des holländischen Brackwassergebiets), *Tintinnopsis relicta* (wohl identisch mit *T. fimbriata* Meunier aus der Zuiderzee), *Synchaeta littoralis* und *Pedalion oxyure*.

Eine sehr ausfürliche und sorgfältig bearbeitete Litteraturübersicht, sechs inhaltsreiche Tabellen und sechs Tafeln mit mikrofotografischen Abbildungen verschiedener Planktonorganismen bilden den Schluss dieser gründlichen und für das Studium der Brackwasserbiologie sehr wichtigen Arbeit. H. C. R.

H. C. Redéke. River Pollution and Fisheries. — Rapp. Proc. Verb. XLIII, Copenhagen, 1927.

River pollution is one of the most pressing problems of the day, not only because of the enormous damage done to valuable fisheries, but also because it threatens the purity of our water-supplies. In this interesting and comprehensive paper, Dr. Redeke discusses the whole problem of pollution, with particular reference to the effect of the main types of pollution upon stream-life.

By far the most extensive pollutions are caused by organic wastes, such as sewage and the effluents from factories where food-stuffs are prepared. Scientific workers have given much attention to sewage and nowadays there is little difficulty in successfully treating it, the main problem being one of expense. Wherever possible, simple dilution is used, as crude sewage, if present in small quantities, far from doing harm to a river, appears to increase its fertility. If no large river is near at hand there are a number of biological treatments, and in particular the activated sludge process, which give very good results. The pollution caused by other organic wastes is often intense as in the case of beet sugar factories. The effluents may be treated in much the same manner as sewage, but present special difficulties.

A number of industries (paper, textiles, glue, size, glycerine and leather) produce effluents which contain both organic and inorganic substances. The inorganic impurities are often very toxic but can generally be neutralised by simple means, as the substances are either acid or alkaline, or are

metallic salts which can be readily precipitated. The organic impurities are usually small in amount, and can be mixed with ordinary domestic sewage and treated along with the latter.

The remaining polluting substances are of an inorganic type, such as finely suspended matter from ore-washing or coal-washing plants, coke-oven effluents, pickle-liquors from metal works, etc. Most of these effluents are amenable to simple treatment, with the exception of the tar-products from gas-works and coke-ovens.

The most interesting part of the paper is that which deals with the work done, all over the world, upon the effects of many substances on stream-life, particularly dissolved gases, tar-products and sewage. A notable series of experiments are those of STEINMANN and SURBECK, who proved that many compounds are toxic even in very dilute solutions. A curious and somewhat unexpected result is that young fish are more resistant to tar poisons than adults. Small quantities of sewage have no adverse effects, but large amounts reduce the dissolved oxygen necessary for respiration to dangerously low levels. The experiments of SHELFORD are of particular interest as it appears that fish cannot detect most poisons and, therefore, make no attempt to avoid polluted areas.

A number of substances have an indirect adverse effect upon aquatic animals and plants. For example, most forms of stream-life are best suited by a slightly alkaline water, so that an acid effluent may soon reduce the population of a stream. Again, suspensions of coal-dust inhibit the growth of water-plants, and silt may spoil the spawning grounds of such fish as trout and salmon.

Stress is laid throughout the paper upon the utilisation of the self-purifying properties of a stream and upon the necessity for the adequate dilution of all effluents.

Dr. REDEKE also summarises the anti-pollution laws of many countries and supplies a useful bibliography; his paper may be recommended as an able account of a very intricate subject. C. H. R.

T. G. THOMPSON, J. W. LANG and L. ANDERSON. The Sulphate-Chloride Ratio of the Waters of the North Pacific. Publications of Puget Sound Biological Station, Vol. V, pp. 277 et seq., 1927.

In the past very variable values have been found by various observers for the ratio of the sulphate ion to chlorine in seawater. The variation has been certainly due in part to the difficulty of making an accurate determination of the sulphates. The very consistent results obtained by the writers of the paper here reviewed are ascribed by them to the fact that the precipitate of barium sulphate was thrown down in dilute solution.

(1) The first series of samples, 41 in all, was taken at various positions and depths down to 1097 metres on a line running 64 miles seaward from Yakutat Bay on the southern coast of Alaska. The average value of the ratio SO_4/Cl was 0.1396 with a maximum deviation from this of 0.0002; the salinities lay between 31.04 and 34.33.

(2) The average value of the ratio determined on 21 samples collected in the nearly land-locked San Juan Archipelago, north of the entrance

to Puget Sound, in salinities of 28.13 to 31.18, was 0.1397 with a maximum deviation from the mean of 0.0005.

(3) Sixteen samples collected in Puget Sound, near Seattle, gave a ratio of 0.1396 with a maximum deviation of 0.0003 in water of salinity 27.68 to 30.35.

(4) Samples collected near Shelton in Puget Sound in shallow water of salinity 25.08 to 27.83 containing large numbers of minute organisms gave a mean value of the ratio of 0.1395 with a mean deviation of 0.0010 and a difference between extremes of 0.0019.

(5) The greatest variation of the ratio was found in water collected near the mouths of rivers in Grays Harbour on the Washington coast with salinities of 1 to 23.22, the difference between extremes being 0.0046.

The agreement between the results obtained in the open sea is very good when allowance is made for the difficulty of the analytical process, and goes to show that the ratio is constant away from the coasts in the north-eastern Pacific Ocean. There is equally good proof that the ratio is variable in the waters of land-locked bays and harbours containing many marine organisms. A striking fact is that the ratio decreases as the salinity falls, although the reverse might be expected owing to the high ratio of sulphates to chlorine in river water. A possible explanation is the adsorption of the SO_4 ion by colloidal matter.

The authors quote an interesting series of determinations of the ratio made by other observers, varying between 0.1363 found by Allemandet and 0.1449 found by Giral, both in the waters of the North Atlantic Ocean and the Mediterranean.

The investigation is a valuable contribution to the work done on the vexed question of the constancy of the composition of the mixture of salts found in the sea, and it is to be hoped that it will be extended to other oceans by the same observers using the same methods. They must be the same since there is no method known which is to be relied upon to give the absolute value of the ratio. For oceanographical purposes, however, relative values are nearly as useful. Donald J. Matthews.

Current Bibliography.

Prepared by the Editor with the assistance of Miss Thursby-Pelham.

NOTE. The scope of the Bibliography is limited in the main to the area covered by the Council's activities, but there are included papers of general interest relating to other areas in the North Temperate and Arctic regions and exceptionally elsewhere. Limnological references are not as a rule given, but papers relating to brackish waters and to salmon and freshwater fish studied by the Council are included.

The classification of entries follows in a general way that adopted in Dr. ALLEN's Selected Bibliography published in Vol. I, Nos. 1 and 2 of the Journal, and since reprinted.

Subscribers and those on the distribution list will receive regularly upon application to the Administrative Secretary copies of the Bibliography printed on one side of the page only, for use in making up card indices.

The Editor will be glad to be advised of emendations and additions to the Bibliography.

Physical and Biological Conditions in the Sea.

GENERAL HYDROGRAPHY

Bigelow, H. B. Dynamic Oceanography of the Gulf of Maine. Bull. Nat. Research Council LXI. 206—11. Washington 1927.

Bigelow, H. B. Physical Oceanography of the Gulf of Maine. Bull. Bureau of Fisheries XL. 1924. Part II, 511—1027. 1927.

Brillouin, M. Conditions mixtes aux frontières. Océans et Continents. Marées statiques. C. R. Acad. Sci. Paris, CLXXXVI, 1665. 1928.

Defant, A. Die systematische Erforschung des Weltmeeres. 459—505. Zeitschr. der Ges. f. Erdkunde. Sonderabdr. aus dem Jubiläums-Sonderband 1928.

Derjugin, K. M. Hydrobiologische Arbeiten bei Nowaja Semlja. Explorat. des Mers d'U.S.S.R. Inst. Hydrolog. Fasc. 4. 1927.

Huntsman, A. G. The Oceanography of the Canadian Atlantic. Bull. Nat. Research Council LXI, 204—06. Washington 1927.

Iselin, C. O. A Study of the Northern Part of the Labrador Current. Bull. Nat. Research Council LXI, 217—22. Washington 1927.

Jessen, O. Neue Forschungen über die Strasse von Gibraltar. Forschgn. u. Fortschritte No. 1. 1928.

Johnstone, J. An Introduction to Oceanography with special Reference to Geography and Geophysics. 2nd Edit. Univ. Press of Liverpool Ltd. 1928.

Jurwa, R. & Palmén, E. Die Thalassologische Terminfahrt im Jahre 1926. Merentut. Julk. No. 46. Helsinki 1927.

McEwen, G. F. Recent Progress in the Dynamical Oceanography of the Northeastern Part of the North Pacific Ocean. Bull. Nat. Research Council LXI, 222—35. Washington 1927.

Miller, R. C., Ramage, W. D. & Lazier, E. L. A Study of Physical and Chemical Conditions in San Francisco Bay especially in relation to the Tides. Univ. of California Pub. in Zoology XXXI, 201—67. 1928.

Möller, L. Alfred Merz Hydrographische Untersuchungen in Bosporus und Dardanellen (mit Atlas). Veröff. des Inst. für Meereskunde N. F., A, Heft 18. 1928.

Ramalho, A. & Dentinho, L. Notas sobre as condições oceanográficas ao largo da Costa de Portugal em 1927. Trav. de la Stat. de Biol. Marit. de Lisbonne No. 15. 1928.

Schokalsky, J. L'Expédition océanographique de la Mer Noire. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1707—09. 1928.

Smith, E. H. Oceanographic Investigations of the International Ice Patrol. Bull. Nat. Research Council LXI, 212—17. Washington 1927.

Speerschneider, C. I. H. Isforholdene i de Arktiske Have (The State of the Ice in the Arctic Seas). 1927. Nautisk Meteorologisk Aarbog 1927. Copenhagen 1928.

Thoulet, J. Étude densimétrique dans le Pacifique. Ann. de l'Inst. Océan. IV, 261—84. 1927.

Thoulet, J. Densimétrie et volcanicité abyssale dans le Pacifique. Ann. de l'Inst. Océan. IV, 25—45. 1927.

Thoulet, S. Cuvettes d'effondrements sous-marines. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1638—39. 1928.

Wulff, A. Physikalische, chemische und biologische Analyse des Meerwassers. Tabulae Biologicae IV, 538—619. Berlin 1927.
Wüst, G. Der Ursprung der atlantischen Tiefenwässer. 506—534. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Sonder aus dem Jubiläums-Sonderband 1928.

Physics and Chemistry of Sea Water.

SALINITY AND TEMPERATURE

Brooks, C. F. Observing water-surface temperatures at sea. Monthly Weather Review. U. S. Dept. of Agriculture. LIV, 241—53. 1926.
de Buen, R. Rapport sur les méthodes physiques de la détermination de la densité. Com. Int. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée. Rap. et Proc. Verb. II. N. S. 63—68. 1927.
Chree, C. The effect of pressure on the readings of thermometers. Quart. Journ. R. Met. Soc. LIII, 438. 1927.
Fergusson, S. P. Recent contributions to hydrometry. Monthly Weather Review. Washington, No. 9. 1927.
Giral, J. Rapport sur l'eau normale. Com. Int. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée. Rap. et Proc. Verb. II. N. S. 59—62. 1927.
Giral, J. Rapport sur la Chimie (2me Rapport). Com. Int. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée. Rap. et Proc. Verb. II. N. S. 81—96. 1927.
Grandqvist, G. Regelmässige Beobachtungen von Temperatur und Salzgehalt des Meeres im Jahre 1925. Merentut. Julk. No. 45. Helsinki 1927.
Mäe, H. Über die Temperatursprünge in der Ostsee. Sitz-Ber. Akad. d. Wiss. Wien Abt. II, a. 137. Bd., 1. u. 2. H. 1928.
Ritter, L. Beiträge zur physikalischen Chemie des Meeres. Ann. der Hydrog. und Marit. Met. LVI, 58—67. 1928.
Schott, G. Die Verteilung des Salzgehaltes im Oberflächenwasser der Ozeane. Ann. der Hydrog. und Marit. Met. LVI, 145—65. 1928.
Thompson, T. G. The Standardisation of Silver Nitrate Solutions used in Chemical Studies of Seawater. J. Amer. Chem. Soc. L., 681—83. 1928.
Thompson, T. G., Lang, J. W. & Anderson, L. The Sulfate-Chloride Ratio of the Waters of the North Pacific. Publ. Puget Sound Biol. Stat. V, 277—92. 1927.
Zorell, F. Über das vereinfachte Kippthermometer (ohne Nebenthermometer). Ann. der Hydrog. und Marit. Met. LVI, 89—91. 1928.

HYDROGEN ION CONCENTRATION AND DISSOLVED GASES

Gaarder T. Die Sauerstoffverhältnisse im östlichen Teil des Nordatlantischen Ozeans Geofys. Publikasj. Vol. IV. No. 3. 1927.
Gaarder, T. Die Wasserstoffionen-Konzentration des Meerwassers im östlichen Teil des Nordatlantischen Ozeans. Geofys. Publikasj. Vol. IV. No. 4. 1927.
Kreps, E. Über den Kohlensäuregehalt im Meerwasser. Bull. de l'Inst. Hydrolog Leningrad No. 19.

NITROGENOUS COMPOUNDS

Harvey, H. W. Nitrate in the Sea II. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 183—90. 1928.
Sund, O. A new Colour Comparator. Journ. du Conseil III, 102—03. 1928.

SEA WATER — OTHER CONSTITUENTS

Atkins, W. R. G. Seasonal Variations in the Phosphate and Silicate Content of Sea Water during 1926 and 1927 in Relation to the Phytoplankton Crop. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 191—206. 1928.

Currents.

Deutsche Seewarte Meereskundliche Beobachtungen auf deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee. Jahr 1924 und 1925. Hamburg 1928.
Ekman, V. W. Note on the Theoretical Course of Ocean Currents. Journ. du Conseil III, 104—07. 1928.
Ekman, V. W. Eddy-Viscosity and Skin-Friction in the Dynamics of Winds and Ocean-Currents. Mem. of the Roy. Met. Soc. London, II, No. 20. 1928.
Idrac, P. Enregistrement des courants sous-marins du détroit de Gibraltar. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1058—59. 1928.

McEwen, G. F. Dynamical Oceanographical Oceanography and certain elements of hydrodynamics upon which it is based. Bull. of the Scripps Inst. La Jolla, No. 14. 1927.

Palmén, G. Beobachtungen von Strom und Wind an den Leuchtschiffen in den Jahren 1924 und 1925. Merentut. Julk. No. 48. Helsinki 1928.

Rude, G. T. Earth's deflective force exhibited in Tides and Currents. The Hydrographic Review V, 239—48. 1928.

Schott, G. Die Wasserbewegungen im Gebiete der Gibraltarstrasse. Ann. der Hydrog. und Marit. Met. LVI, 103—05. 1928.

Thoulet, J. Étude densimétrique du courant de Humboldt et de la mer de l'île de Pâques. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 774—75. 1928.

Thoulet, J. Le courant de Humboldt et la mer de l'île de Pâques. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1141—42. 1928.

U. S. Hydrographic Office. New Dynamical Wave-Theory of the Tides. Hydrographic Office. Publication 207. Washington 1926.

TIDES

Chandon, E. Sur les marées de la mer Rouge. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 683—85. 1928.

Doodson, A. T. The Analysis of Tidal Observations. Phil. Trans. Roy. Soc. London CCXXVI, A, 652. 1928.

Herrero, L. Rapport préliminaire sur l'étude des marées dans le détroit de Gibraltar. Com. Int. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée. Rap. et Proc. Verb. II. N. S. 55. 1927.

Zeskind, L. M. Instructions for Tidal Current Surveys. U. S. Coast and Geodetic Survey. Dept. of Commerce. Special Pub. 124. Washington 1926.

WIND

Köppen, W. Die häufigsten Druckverteilungen und Luftströmungen auf dem Nordatlantischen Ozean und der Luftverkehr. Ann. der Hydrog. und Marit. Met. LVI, 41—47. 1928.

Shaw, Sir Napier. Manual of Metcorology, Vol. 2. Comparative Meteorology. Cambridge, Univ. Press. 1928.

Light, Colour and Transparency.

Poole, H. H. & Atkins, W. R. G. Further photoelectric Measurements of the Penetration of Light into Sea Water. Journ. Mar. Biol. Assoc., XV, 455—84. 1928

Oceanography—Miscellaneous.

Allen, W. E. Pressing needs in field of biological Oceanography. Bull. of the Scripps Inst. la Jolla. No. 13. 1927.

Anon. Notice sur le Sondeur ultra-sonore "Langevin Florisson". Bull. de la Soc. d'Océan. de France VIII, No. 39, 739—43. 1928.

Born, A. Die Schwereverhältnisse auf Grund der Pendelmessungen von Prof. Vening Meinesz. Ztschr. f. Geophys. H. 8. 1927.

Claude, G. & Boucherot, P. Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1491—95. 1928.

Claude, G. Sur l'extraction de l'énergie des mers. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1251. 1928.

Habert, J. Contribution aux appareils et aux méthodes destinées aux recherches océanographiques pratiquées à bord d'un navire en marche. Rap. et Proc. Verb. Cons. Int. pour l'Explor. de la Mer XLVI. 1928.

de l'Isle, R. L'Hydrographie. Bull. de la Soc. d'Océan. de France VIII, No. 39, 737—38. 1928.

Maximov, G. Le niveau moyen des Mers Noir et d'Azov et la question du zéro pour les profondeurs et les hauteurs des mers de l'U. S. S. R. Bull. de l'Inst. Hydrolog. Leningrad No. 19.

Zorell, F. Die grösste Meerestiefe. Ann. der Hydrog. und Marit. Met. LVI, 105—06. 1928.

Plankton.

Campbell, A. S. A simplified Plankton Bucket. Science LXVII, 322. 1928.

Cecchini, C. Contributo alla conoscenza degli Anfipodi. R. Com. Talass. Italiano. Memoria CXLII. 1928.

Dangéard, P. Phytoplankton de la Croisière du Sylvana (Février-Juin 1913), Mission du Comte J. de Polignac-Gain. Ann. de l'Inst. Océan, IV, 285—405. 1927.

Dangéard, P. Description des Péridiniens Testacés recueillis par la Mission Charcot pendant le mois d'Août 1924. Ann. de l'Inst. Océan. III, 307—34. 1926.

Fage, L. Sur le "stade natant" (Puerulus) de la Langouste commune (*Palinurus vulgaris* Latr.). Arch. de Zool. Expr. et Générale LXVII. Notes et Revue, 32—38. 1927.

Fage, L. & Legendre, R. Pêches planctoniques à la lumière, effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau. 1. *Annélides Polychètes*. Arch. de Zool. Expr. et Générale. LXVII, 25—222. 1927.

Frost, W. E. The Nauplius Larva of *Anelasma squalicola* (Loven). Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 125—28. 1928.

Gravier, Ch. & Dantan, J. L. Sur quelques points de la biologie des *Annélides Polychètes* de la famille des *Néréidiens*. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1476—79. 1928.

Gravier, Ch. & Dantan, J. L. Sur quelques résultats obtenus au cours de pêches nocturnes (à la lumière) dans la baie d'Alger. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1327—30. 1928.

Hentschel, E. Deutsche Atlantische Expedition auf dem Vermessungs- und Forschungs-Schiff "Meteor". Vierte Biologische Mitteilung. Int. Rev. der gesamten Hydrob. und Hydrog. XIX, 1—11. 1928.

Issel, R. Rapport sur le plankton. (2e Rapport). Com. Int. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée. Rap. et Proc. Verb. II. N. S. 125—36. 1927.

Kändler, R. Muschellarven aus dem Helgoländer Plankton. Bestimmung ihrer Artzugehörigkeit durch Aufzucht. Wiss. Meeres. N. F. XVI, No. 5, 1—8. Helgoland 1927.

Klie, W. Die *Copepoda Harpacticoida* von Helgoland. Wiss. Meeres. N. F. XVI, No. 9, 1—20. Helgoland 1927.

Kramp, P. L. The Hydromedusae of the Danish Waters. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Naturvidensk. og Mathem. Afd., 8. Række, XII, 1. 1927.

Kuhl, W. Chaetognatha. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler). Teil VII, b. 1928.

Lebour, M. V. Studies of the Plymouth Brachyura II. The larval stages of *Ebalia* and *Pinnotheres*. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 109—24. 1928.

Macdonald, R. The Life History of *Thysanoessa raschii*. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 57—80. 1928.

Meek, A. *Bipinnaria asterigera* (Echinoderma), from the Northumberland Plankton. Proc. Zool. Soc. London 1927. 157—71.

Ruud, J. T. Fluctuations in the larval stages of *Euphausiidae* off Möre 1926—1927. Journ. du Conseil III, 98—101. 1928.

Russell, F. S. The Vertical Distribution of Marine Macroplankton. VI. Further Observations on Diurnal Changes. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 81—104. 1928.

Russell, F. S. The Vertical Distribution of Marine Macroplankton VII. Observations on the Behaviour of *Calanus finmarchicus*. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 429—54. 1928.

Russell, F. S. A Net for catching Plankton near the Bottom. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 105—08. 1928.

Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. IX. Ostracoda. Parts XV and XVI. *Cytheridae* (concluded). Bergen 1928.

Viets, K. Zur Mikrofauna einer Quelle auf der Insel Herdla bei Bergen (Norwegen). Bergens Museums Årbok 1927. Heft 2. 1928.

Wilson, D. P. The Post-Larval Development of *Loimia medusa*, Sav.. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 129—50. 1928.

Wilson, D. P. The Larvae of *Polydora ciliata* Johnston and *Polydora hoplura* Claparède. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 567—604. 1928.

Wimpenny, R. S. A transparent Bucket with a detachable bottom for use with Ostenfeld and Jespersen's Standard Net for Plankton Collection. Journ. du Conseil III, 94—97. 1928.

Conditions of Production in the Sea.

Marshall, S. M. & Orr, A. P. The Photosynthesis of Diatom Cultures in the Sea. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 321—60. 1928.

Schreiber, E. Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. Wiss. Meeres. N. F. XVI. No. 10, 1—34. Helgoland 1927.

Bottom Fauna.

GENERAL

Blegvad, H. Methoden der Untersuchung der Bodenfauna des Meerwassers. Handb. der biol. Arbeitsmethoden (Abderhalden). Abt. IX. Teil 5. Heft 2. 1928.

Demel, K. Essais sur la division Zoogéographique de la Baltique polonaise. Kosmos. Bull. de la Soc. Polonaise des Naturalistes à Leopol XLIX, 831—42. 1924.

Demel, K. Contribution à la connaissance de la faune benthique dans les eaux polonaises de la Baltique. Bull. de l'acad. Polonaise des Sci. et des Lettres. Série B. Sci. Nat. 967—77. 1925.

Demel, K. Liste des invertébrés de la Baltique polonaise. Bydgoszcz 1925.

Fischer, E. Sur la faune littorale, du facies rocheux en particulier, dans un milieu à salure très variable. Bull. de l'Inst. Océan 511. Monaco 1928.

Molander, A. R. Animal Communities on Soft Bottom Areas in the Gullmar Fjord Kristinebergs Zool. Stat. 1877—1927. No. 2. Stockholm 1928.

Segerstrale, S. G. Quantitative Studien über den Tierbestand der Fucus-Vegetation in den Schären von Pellinge (an der Süd-Küste Finnlands). Soc. Scient. Fennica. Commentationes Biologicae III. 2. 1928.

Uschakow, P. W. Zur zoogeographischen Characteristik der litoralen und sublitoralen Zonen der Moller's Bucht. Explorat. des Mers d'U. S. S. R. Inst. Hydrolog. Fasc. 4. 1927.

SPECIAL GROUPS

Berrill, N. J. Regeneration in the Polychaet *Chaetopterus variopedatus*. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 151—58. 1928.

Berrill, N. J. The Identification and Validity of certain Species of Ascidians. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 159—76. 1928.

Berrill, N. J. The Ascidian Fauna of the Plymouth Area, Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 177—82. 1928.

Carlgren, O. & Stephenson, T. A. The British Edwardsidae. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 1—32. 1928.

Fauvel, P. Tableaux analytiques des Annélides Polychètes des Côtes de France. Bull. de l'Inst. Océan. 510. Monaco 1928.

Freund, J. *Anoplura Pinnipediorum*. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. (Grimpe u. Wagler). Teil XI d_1. 1928.

Gallo, V. R. Dos Equinidos interesantes, *Centrostephanus longispinus* y *Genocidaris maculata*. Notas y Resúmenes Ser. II. No. 23. Madrid 1928.

Gravier, C. & Dantan, J. L. Sur les stolons sexués acéphales d'une Annélide Polychète (*Syllis* (*Haplosyllis*) *spongicola* Grube). Bull. du Muséum Nat. d'Hist. Nat. 378—79. 1927.

Harant, H. La Faune Ascidiologique de Banyuls et de Cette. Ann. de l'Inst. Océan. IV, 210—51. 1927.

Hertling, H. & Ankel, W. E. Bemerkungen über Laich und Jugendformen von *Littorina* und *Lacuna*. Wiss. Meeres. N. F. XVI. No. 7, 1—14. Helgoland 1927.

Horst, C. J. van. Pterobranchia. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler). Teil VII, a_2. 1928.

Jaeckel, S. Ein Beitrag zur Molluskenfauna von Gotland und Finnland. Zoologischer Anzeiger LXXV, 323—28. 1928.

Massy, A. L. The Cephalopoda of the Irish Coast. Proc. of the Roy. Irish Acad. XXXVIII, Section B, 25—37. 1928.

Meisenheimer, J. Pantapoda (Nachtrag). Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler). Teil XI, a_2. 1928.

Perkins, M. A Simple Key to the Crabs (Brachyura) of Britain and the North-East Atlantic. The Scottish Naturalist. 53—59. 1928.

Rahm, G. Tardigrada. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler. Teil XI, b. 1928.
Remane, A. Gastrotricha. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler). Lfg. X. Teil VII, d_1. 1927.
Remane, A. Kinorhyncha. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler). Teil VII, d_2. 1928.
Robson, G. C. Notes on the Cephalopoda. IV. On *Octopus aegina*. V. On the oviposition of *Octopus rugosus*. Ann. & Mag. of Nat. Hist. 10th Series. Vol. I, 641—47. 1928.
Runnstrom, S. Über die Entwicklung von *Leptosynapta inhaerens* (O. Fr. Müller). Bergens Museums Årbok 1927. Heft 1. 1928.
Segerstrale, S. G. Kommt bei *Tellina baltica* eine Wanderung aus der Uferzone vor? Soc. Scient. Fennica Commentationes Biologicae II. 11. 1927.
Stephen, A. C. Notes on the Biology of *Tellina tenuis* Da Costa. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 683—702. 1928.
Stephenson, T. A. The British Sea Anemones. Vol. I. London, Ray Society. 1928.
Topsent, E. Croisière du "Pourquoi-Pas?" en 1926. (Éponges du Scoresby Sund). Ann. de l'Inst., Océan., IV, 253—60. 1927.
Viets, K. Halacaridae. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee (Grimpe u. Wagler). Lfg. X. Teil XI c. 1927.
Viets, K. Die Halacariden des Schärgaards bei Bergen (Norwegen). Bergens Museums Årbok 1927. Heft 2. 1928.

Fishery Investigations.

GENERAL

D'Ancona, U. Rapport sur la Biologie générale. 1. Distributions géographiques et migrations des organismes animaux et végétaux de la Méditerranée. Com. Int. pour l'Explor. Sci. de la Mer Méditerranée. Rap. et Proc. Verb. II. N. S. 97—124. 1927.
Bowman, A. Line Fishing in the Moray Firth during the Period 1904—1916 (inclusive). Fish. Board for Scot. Sci. Invest. 1927. No. II. Edinburgh 1928.
Bowman, A. Danish Seine-Net Fishing in the Moray Firth. Fish. Board for Scot. Sci. Invest. 1928. No. II. Edinburgh 1928.
Demel, K. La richesse économique de la mer polonaise. Arch. d'Hydrob. et d'Ichthyologie II, 69—118. 1927.
Henking, H. Die Errichtung einer Forschungsstation für die Ostseefischerei in Kolberg. Zeitschr. f. Fischerei XXVI, 221—29. Neudamm und Berlin 1928.
Hickling, C. F. The Fleetwood Exploratory Voyages for Hake. Journ. du Conseil III, 70—89. 1928.
Paulsen, W. Fischerleben an der westlichen Ostseeküste. Der Fischerbote XX, 155—59. 1928.
Volterra, V. Variazioni e fluttuazioni del numero d'individui in specie animali conviventi. R. Com. Talass. Italiano. Memoria CXXXI. 1927.
Volterra V. Variations and Fluctuations of the Number of Individuals in Animal Species living together. Translated by Miss Mary Evelyn Wells. Journ. du Conseil III, 3—52. 1928.
Wunder, W. Sinnesphysiologie-Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme bei verschiedenen Knochenfischarten. Int. Rev. der Gesamt. Hydrob. u. Hydrog. XIX, 292—96. 1928.

EGGS AND LARVAE

Dantan, J. L. Recherches sur les premiers stades du dévéloppement des Téléostéens. Ann. de l'Inst. Océan. III, 283—304. 1926.
de Gaetani, D. Uova e larve di *Physiculus Dalwigki*, Kp. R. Com. Talass. Italiano. Memoria CXXXVII. 1928.
Sanzo, L. Uova e larve di *Remora remora* L. R. Com. Talass. Italiano. Memoria CXXXVIII. 1928.

FISH HATCHERIES

DANNEVIG, A. Beretning om Flødevigens Udklækningsanstalt. Årsberet. vedr. Norges Fisk., 1927. I, 156—59. 1928.

DANNEVIG, A. Die Kultur von Meeresfischen in Norwegen. Mitt. des Deutsch. Seefisch-Vereins. XXXXIV, 108—26. 1928.

FISH, C. J. Production and Distribution of Cod Eggs in Massachusetts Bay in 1924 and 1925. Bull. of Bureau of Fisheries U.S.A. XLIII, 253—96. 1927.

FOOD OF FISH

HATHAWAY, E. S. The Relation of Temperature to the Quantity of Food consumed by Fishes. Ecology, VIII, 428—34. 1927.

GROWTH OF FISH — AGE DETERMINATION

D'ANCONA, U. Il problema dell'accrescimento dei pesci studiato nell' "*Alosa finta*" del Tevere. Mem. T. Accad. Lincei. Roma, (6) 11, Fasc. XVII. 1928.

STEINBÖCH, O. Die Bestimmung des Alters der Fische. Tiroler Fischer 3. 1928.

COMMERCIAL FISHERIES

BULL, B. H. Frysning av agn, kjölelagere. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927. VIII. 1928.

EHRENBAUM, E. & MARTIN, O. Handelsbezeichnungen von Fischen und Fischereierzeugnissen. Der Fischerbote XX, 43—55. 1928.

FISHERY BOARD FOR SCOTLAND. Forty-sixth Annual Report. Sea Fisheries Statistical Tables, 1927. H. M. S. O. 1928.

FISKERIDIREKTÖREN (Utgitt av). Fiskeriene i 1926—1927. Offentlige foranstaltninger i fiskeribedriftens interesse. Årsberet. vedk. Norges Fisk. 1927. I, 1—14. 1928.

LÜBBERT, H. Die Hochseefischerei im Jahre 1927. Der Fischerbote XX, 63—68. 1928.

LUNDBECK, J. Die Neufuhrener Fischerei. Mitt. des Deutsch. Seefischerei-Vereins XXXXIV, 3—19, 58—68. 1928.

MANNSFELD, W. Die Seefischerei Lettlands in den Jahren 1924—27. Mitt. des Deutsch. Seefischerei-Vereins XXXXIV, 220—25. 1928.

MOREUX, R. Le bateau de pêche est à la veille de devenir un bateau-usine. La Pêche Maritime 129—31. 1928.

NOIROT, J. Mémoires divers sur les moyens d'accroître la consommation du Poisson. Ann. de l'Inst. Océan. IV, 1—107. 1927.

PETERS, N. Holländische Langleinenfischerei und ihre Qualitätsware. Der Fischerbote XX, 227—36. 1928.

REPORT of the Royal Commission investigating the Fisheries of the Maritime Provinces and the Magdalen Islands. Ottawa. 1928.

SCHIEMENZ, P. Die Bestockung der Gewässer unseres Binnenlandes mit Fischen aus dem Meere. Fisch. Zeitung. Nos. 7, 8, 9. 1928.

SCHNAKENBECK, W. Die Nordseefischerei. Bd. V. Teil I. Handb. der Seefisch. Nordeuropas. Stuttgart 1928.

SCHNEIDER, G. Die Seefischerei von Lettland und Estland. Bd. VIII. Heft 6. Handb. der Seefisch. Nordeuropas. Stuttgart 1928.

FISHING GEAR

ANON. Trawl Net Invention (Harrison's Elevator). Fishing News. 14. 4. 28. 23.

ATKINS, W. R. G. The Preservation of Fishing Nets by Treatment with Copper Soaps and other Substances. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 219—36. 1928.

MÖLLER. Ein neues Netzimprägnierungsmittel. Fisch. Zeitung No. 5. 1928.

TAUTI MORISABURO. Study of Netting Cords II. Relation between the Load and the Elongation of netting cords. Journ. Imp. Fish. Inst. Tokyo XXIII, 85—99. 1927.

Fishes.

GENERAL

ANON. De senaste årens fiskmärkningar vid svenska östersjökusten. Ny Svensk Fiskeritidskrift. 81—85. 1928.

Brunelli, G. Ricerche anatomo-fisiologiche nel significato del pancreas intraepatico nei Teleostei. Rendiconto R. Accad. Lincei. Roma. VII. 83—85. 1928.
de Buen, F. Sobre dos especies del género, Gobius (*G. Zebrus* Risso y *G. Thori* nov. nom). Notas y Resúmenes Ser. II. No. 22. Madrid 1928.
Bull, H. O. Studies on Conditioned Responses in Fishes. Part I. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 485—534. 1928.
Chabanaud, P. L'urohyal des Poissons de la famille des *Soléidés*. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 969—70. 1928.
Chaine, J. & Duvergier, J. Contribution à la détermination des espèces de Poissons du genre *Mugil*. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 253—55. 1928.
Daniel, J. F. The Elasmobranch Fishes. Univ. of California Press. Berkeley 1928.
Demel, K. Liste des Poissons de la Baltique Polonaise. Bydgoszcz 1925.
Demel, K. *Xiphias Gladius* L. in polnischen Territorialgewässern. Bydgoszcz 1925.
Dieuzeide, R. Sur la transformation et la disparition de certains denticules de la peau du Centrophore granuleux (*Centrophorus granulosus* Mull. et Hent.) C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 1314—16. 1928.
Ehrenbaum, E. Ergänzung des Fischbestandes der Nordsee aus anderen Meeren. Der Fischerbote XX, 83—86. 1928.
Ehrenbaum, E. Ungewöhnliche Vorkomnisse in der Nordsee. Der Fischerbote XX, 126—30. 1928.
Ehrenbaum, E. Rare Fishes in the North Sea. Nature CXXI, 709. 1928.
Frazer-Brunner, A. Some new records of Scorpaenoid Fishes. Naturalist 296—97. 1927.
Hickling, C. F. The Luminescence of the Dogfish *Spinax niger* Cloquet. Nature CXXI. 280. 1928.
Lloyd, J. H. On the Life-History of the Common Nematode of the Dogfish (*Scyllium canicula*). Ann. and Mag. of Nat. Hist. 10th Series. Vol. I. 712—14. 1928.
Mohr, E. W. & Duncker, G. Teleostei Physoclisti. 11—15. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. (Grimpe u. Wagler). Lfg. X. Teil XII, h_2. 1927.
Parr, A. E. A Contribution to the Theoretical Analysis of the Schooling Behaviour of Fishes. Occasional Papers of the Bingham Ocean. Collection No. 1. 1928.
Phillips, W. J. Bibliography of New Zealand Fishes. Fisheries Bull. I. New Zealand Marine Dept. 1927.
Saemundsson, B. Synopsis of the Fishes of Iceland. Rit Visindafelags Islendinga II. 1927.
Sparta, A. Contributo alla conoscenza dello sviluppo post-larvale in *Regalecus Glesne* Asc.. R. Com. Talass. Italiano. Memoria CXXXV. 1927.

PLAICE AND OTHER PLEURONECTIDS

Bjerkan, P. Merkning av gullflyndre (rödspotte) i Lofoten. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927. I. 127—50. 1928.
Demel, K. Sur la répartition des Pleuronectidae dans les eaux polonaises de la Baltique. Bydgoszcz 1925.
Demel, K. Quatre cas de la colloration anormale des Pleuronectes. "Kosmos" Journ. de la Soc. Polonaise des Naturalists. LI, 1—9. 1926.
Hertling, H. Ueber Schollenmarkierung und den Wiederfang markierter Schollen aus der Nordsee und dem Barentsmeer. Der Fischerbote XX, 161—69. 1928.
Lührs, J. Die Buttfischerei auf der Unterelbe. Der Fischerbote XX, 104—08. 1928.
Schnakenbeck, W. Otolithen und ihre Beurteilung. Journ. du Conseil III, 90—93. 1928.
Thursby-Pelham, D. E. Report on English Plaice Investigations 1924 and 1925. Fish. Invs. Series II, Vol. X, No. 3. 1927.

COD

Bowman, A. Review of the Cod Net Fishing in the Moray Firth. Fish. Board for Scot. Sci. Invest. 1928. No. I. Edinburgh 1928.
Dannevig, A. Undersökelser i forbindelse med torskeutklækningen ved Flödeviken. Naturen, Nov. 1927.
Havno, E. J. Torskemerkningen i Myken 1927. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927. I. 106—12. 1928.

Poulsson, E. & Weidemann, G. Torskelevertranens innhold av vitamin A. Årsberet. vedk. Norges Fisk. 1927. IX. 1928.
Sund, O. Torskebestanden i 1927. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927. I. 99—106. 1928.

HADDOCK

Thompson, H. Haddock Biology IV. The Haddock of the North-Western North Sea. Fish. Board for Scot. Sci. Invest. 1927. No. III. Edinburgh 1928.

WHITING

Bull, H. O. The Relationship between the State of Maturity and Chemical Composition of the Whiting, *Gadus merlangus* L. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 207—18. 1928.

HAKE

Hickling, C. F. The Fleetwood Exploratory Voyages for Hake. Journ. du Conseil III 70—89. 1928.

HERRING

Anon. The Importance of the Herring. Fish Trades Gazette XLV, 31—41. 31. 3. 28.
Anon. Migrations of the Herring. Fishing News, 14. 4. 28. 34.
Anon. The Story of the Common Herring. Fishing News, 9. 6. 28, 31.
Awerinzew, S. Die Heringe des japanischen Meeres. Zool. Anz. LXXXVI, 124—28. 1928.
Cowan, D. Herring Investigations 2. Size. Dove Marine Lab. Rep. for the year ending June 30th, 1927, 23—26. 1928.
Demel, K. De l'Influence de la Vistule sur les pêches du Sprat et du Hareng sur la côte polonaise. (In Polish). Arch. d'Hydrob. et d'Ichthyologie I, 175—82. 1927.
Ford, E. Herring Investigations at Plymouth I. Methods of Collection and Treatment of Data. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 237—66. 1928.
Ford, E. Herring Investigations at Plymouth II. The Average Number of Vertebrae for Herrings from the English Channel and South-East of Ireland. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 267—78. 1928.
Ford, E. Herring Investigations at Plymouth III. The Plymouth Winter Fishery during the Seasons 1924—25, 1925—26 and 1926—27. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 279—304. 1928.
Ford, E. Herring Investigations at Plymouth IV. The Growth of Young Herrings in the Neighbourhood of Plymouth. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 305—20. 1928.
Gill, R. Variations in Amino-Acid Distribution in Herring Protein with Maturity. Dove Mar. Lab. Rep. for the Year ending June 30th 1927, 33—43. 1928.
Hodgson, W. C. The Decrease in Size of the East Anglian Herring. The Fishing News, 24. 3. 28. 34—35.
Jespersen, P. Investigations on the Food of the Herring in Danish Waters. Medd. fra Kom. for Havund. Ser. Plankton, Bd. II. No. 2. 1928.
Lea, E. Undersökelser over den norske sild fra umoden til moden. Årsberet. vedk. Norges Fisk. 1927. IV. 1928.
Lea, E. Undersökelser over silden. Årsberet. vedk. Norges Fisk. 1927, I. 115—27. 1928.
Lea, E. Undersökelser vedrörende loven om fredning av sildyngel. Årsberet. vedk. Norges Fisk. 1927, V. 1928.
Lissner, H. Der deutsche Trawlheringsfang 1927. Der Fischerbote XX, 3—10. 1928
Lissner, H. Monatskarten zur deutschen grossen Heringsfischerei 1927. Ber. der deutsch. Wiss. Komm. f. Meeresf. N. F. IV. Heft 1. 1928.
Meek, A. The Scales of the Herring. Dove Mar. Lab. Rep. for the Year ending June 30th, 1927. 44—48. 1928.
Stephen, A. C. Migrations of the Herring. The Scottish Naturalist, 51—52. 1928.
Storrow, B. Herring Investigations I. Herring Shoals. Dove Mar. Lab. Rep. for the Year ending June 30th, 1927. 9—22. 1928.

PILCHARD, SPRAT, ANCHOVY

Bjerkan, P. Brislingundersökelser. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927, I. 115—27. 1928.
de Buen, F. Biologia y pesca de la sardina, *Sardina pilchardus* (Walbaum). Boletin de Pescas XIII, 101—16. 1928.

MACKEREL

PERARD, CH. Sur une maladie du maquereau (*Scomber scomber* L.) due à une Myxosporidie: *Chloromyxum histolyticum* N. sp. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 108—10. 1928.

EELS

ATHANASSOPOULOS, G. Sur les montées restreintes des Civelles dans la partie orientale de la Méditerranée. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 894—96. 1928.

BARCLAY, M. Ålen og Ålefisket. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927. III. 1928.

FISCHER, E. Neues vom Aal. Mitt. des Deutsch. Seefisch. Vereins. XXXXIV, 225—27. 1928.

TESCH, J. J. On Sex and Growth Investigations on the Freshwater Eel in Dutch Waters. Journ. du Conseil III, 52—69. 1928.

FRESHWATER FISH AND POLLUTION

CLAYTON, F. H. A. Notes on Salmon Furunculosis. Dove Marine Lab. Rep. for the Year ending June 30th, 1927. 49—55. 1928.

GILL, R. Pollution of the River Tyne, 1926—27. Dove Marine Lab. Rep. for the Year ending June 30th, 1927. 27—32. 1928.

STORROW, B. The Salmon as a Sea Fish. Salmon & Trout Mag. April 1928.

WILLIAMSON, I. J. F. Furunculosis of the Salmonidae. Fisheries, Scotland, Salmon Fish., V, 1928.

CRUSTACEA

DANNEVIG, A. Hummeropdretningen. Årsberet. vedr. Norges Fisk., 1927. I. 159—165. 1928.

DANNEVIG, A. The Rearing of Lobster Larvae at Flödevigen. Rep. Norwegian Fish. and Marine Invest. III, No. 9. 1928.

LE GALL, J. La taille marchande des Homards et le dépeuplement des Fonds. La Pêche Maritime, 225—27. 1928.

POULSEN, E. M. Über den Hummer and die Hummerfischerei in den dänischen Gewässern. Mitt. des deutsch. Seefischerei Vereins. XXXXIV, 171—79. 1928.

SCHUBART, O. Garneelenfischerei zu Pferde. Mitt. des deutsch. Seefischerei Vereins. XXXXIV, 179—85. 1928.

WHALES, WHALING AND SEALING

BACKER, S. Walfang im Rossmeer. Der Fischerbote XX, 201—25. 1928.

BACKER, S. Ist das Aussterben der Wale zu befürchten? Der Fischerbote XX, 114—16. 1928.

DAMANT, G. C. C. The Buoyancy of Whales. Nature CXXI, 829—30. 1928.

GRAY, R. W. The Buoyancy of Whales. Nature CXXI, 421—22, 710, and 988. 1928.

GRAY, R. W. The Blubber of Whales. Nature CXXI, 791—92. 1928.

GRAY, R. W. The Pulmonary Circulation of the Whale. Nature CXXI, 905. 1928.

HARMER, S. F. The Buoyancy of Whales. Nature CXXI, 748. 1928.

IVERSEN, T. Drivis og Selfangst. Årsberet. vedr. Norges Fisk. 1927. II. 1928.

KEMP, S. The Discovery Expedition. Nature CXXI, 795—99. 1928.

KÜLPER, W. & NUMSSEN, J. Noch einmal die Seehundsfrage. Der Fischerbote XX, 32—35. 1928.

MORLEY, F. V. & HODGSON, J. S. Whaling North and South. Methuen & Co. London 1927.

SCHNAKENBECK, W. Der Walfang. Bd. V. Heft 4. Handb. der Seefisch. Nordeuropas. Stuttgart 1928.

Oysters and other Lamellibranchs.

AMEMIYA, I. Ecological Studies of Japanese Oysters, with special reference to the Salinity of their Habitats. Journ. Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo IX, 5, 334—82. 1928.

AMIRTHALINGAM, C. On Lunar Periodicity in Reproduction on *Pecten opercularis* near Plymouth in 1927—28. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 605—42. 1928.

ANON. Nouvelles observations sur les huîtres (*Ostrea edulis*) du Limfjord. La Pêche Maritime, 196—97. 1928.

Hagmeier, A. & Kändler, R. Neue Untersuchungen im nordfriesischen Wattenmeer und auf den fiskalischen Austernbänken. Wiss. Meeres. N. F. XVI, No. 6, 1—90. Helgoland 1927.

Hori, Juzo & Kusakabe, Daijiro. On the Artificial Culture of Oyster larvae (II). Journ. Imp. Fish. Inst. Tokyo XXIII, 79. 1927.

Jones, D. B., Nelson, E. M. & Murphy, J. C. Biological Values of Certain Types of Sea Foods III. Vitamins in Clams. Industrial & Engineering Chemistry (Easton, Pa. U.S.A.) XX, 648—52. 1928.

Kändler, R. Aufzucht holländischer Saataustern auf den preussisch-fiskalischen Austernbänken. Der Fischerbote XX, 130—35. 1928.

Nelson, T. C. On the Distribution of Critical Temperature for Spawning and Ciliary Activity in Bivalve Molluscs. Science LXVII, 220—21. 1928.

Orton, J. H. On Rhythmic Periods in Shell-growth in *O. edulis* with a note on Fattening. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 365—428. 1928.

Ransom, G. L'Absorption de matières organiques dissoutes par la surface extérieure du corps chez les animaux aquatiques. Ann. de l'Inst. Océan. III, 49—175. 1927.

Uyeda Saburo. Neue grüne Alge als Nahrung für die Schalenlarven der Auster. Journ. Imp. Fish. Inst. Tokyo XXIII, 78. 1927.

Yonge, C. M. The Absorption of Glucose by *Ostrea edulis*. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 643—54. 1928.

Biological—Miscellaneous.

Bruce, J. R. Physical Factors on the Sandy Beach. Part I. Tidal, Climatic and Edaphic. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 535—52. 1928.

Bruce, J. R. Physical Factors on the Sandy Beach. Part II. Chemical changes — Carbon Dioxide Concentration and Sulphides. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 553—67. 1928.

Clark, A. Animals of Land and Sea. pp. 276. Chapman & Hall. London 1928.

Dangéard, P. Sur le dégagement d'iode libre chez les algues marines. C. R. Acad. Sci. Paris CLXXXVI, 892—94. 1928.

Herter, K. Taxien und Tropismen der Tiere. Tabulae Biologicae IV, 348—76. Berlin 1927.

Hill, C. L. & Kofoid, C. A. Marine Borers and their Relation to Marine Construction on Pacific Coast. Univ. of California Press. Berkeley 1928.

Labbé, A. L'Origine des Marais Salants du Croisic. Ann. de l'Inst. Océan. III, 335—68. 1927.

Petersen, C. G. Joh. On some Biological Principles. Det Kgl. Danske Vidensk. Selskab. Biol. Medd. VII. 21—54. 1928.

Pohl, L. Avantages et inconvénients que peut présenter la culture sous-marine des Perles fines dans les Colonies françaises. Bull. Trim. de l'Enseignement des Pêches Maritimes. XXXII, No. 2, 38—53. 1927.

Runnström, S. Über die Thermopathie der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere in Beziehung zu ihrer geographischen Verbreitung. Bergens Museums Årbok 1927, Heft 1. 1928.

Schliefer, C. Die biologische Bedeutung der Salzkoncentration der Gewässer. Naturwissenschaften 16, 1928.

Schiller, J. Über Kultur und Methodik beim Studium der Meerespflanzen. Handb. der Biol. Arbeitsmethoden (Abderhalden). Abt. IX, Teil 5, Heft 2. 1928.

Sexton, E. W. On the Rearing and Breeding of Gammarus in Laboratory Conditions. Journ. Mar. Biol. Assoc. XV, 33—56. 1928.

Visscher, J. P. Nature and Extent of Fouling of Ships' Bottoms. Bull. Bur. of Fisheries U.S.A. XLIII, 1927, 193—252. 1928.

Yonge, C. M. Feeding Mechanisms in the Invertebrates. Biol. Reviews & Biol. Proceedings of the Cambridge Phil. Soc. III, 21—76. 1928.

Notice to Contributors.

1) All contributions should be type-written, on one side of the paper only.

2) Drawings and diagrams for reproduction should be prepared in waterproof Indian Ink (Encre de Chine) on Bristol Board or other perfectly smooth, white paper or card. No erasures should be made. Shading should be limited to the minimum necessary, and when used the shading lines should be kept open. Fine and dotted lines should be drawn boldly.

Lettering should be inserted only in pencil: the block-maker will be responsible for the definitive lettering.

Drawings should if possible be twice the diameter required, and when reduced should occupy a maximum space of 18 cms. in length and 11 cms. in width, including the space for the legend. The shape should be such as to fit easily into the page.

The size to which drawings are to be reduced should be noted in pencil on the originals.

When several illustrations are required for the same article they may be drawn on the same sheet, allowing at least 5 cms. between them.

Charts and curves may be drawn to advantage on graph-paper ruled in pale blue lines, as these lines do not appear in photographic reproduction.

Legends for figures should be type-written on a separate sheet.

3) For satisfactory reproduction of photographs a good glossy bromide print is required, and all added matter, such as reference letters, arrows, numbers etc., should be drawn on the face of the photograph or indicated on tracing paper attached to the back of the print and folded over the front. If matter is written on the face of the photograph a duplicate print without the added matter should be supplied.

Legends should be written on the back of the photographs, or type-written on a separate sheet.

Table of Contents.

Page

1. Obituary notice:— C. G. Joh. Petersen 135
2. Gerhard Schott. Die Wasserbewegungen im Gebiete der Gibraltarstrasse 139
3. J. R. Lumby and J. N. Carruthers, D. Sc. An Experiment dealing with the Interpretation of Salinity Distribution Charts 176
4. Donald J. Matthews and B. A. Ellis. The Ratio of Magnesium to Chlorine in the Waters of the Eastern Mediterranean and Gulf of Aden 191
5. J. N. Carruthers, D. Sc. New Drift Bottles for the Investigation of Currents in Connection with Fishery Research 194
6. Jean le Gall. Notes et Observations sur la Biologie de la Sardine de la Manche 206
7. W. C. Hodgson, M. Sc. Some Spawning Places of the Herring of the Southern North Sea 224
8. B. Havinga. The Daily Rate of Growth of Oysters during Summer 231
9. Reviews:—
   - O. Pettersson. Der Golfstrom und der Atlantische Strom.
   - O. Pettersson. Aperçu d'orientation vers la conception actuelle de la circulation océanique dans l'Atlantique. Reviewed by G. Scott 246
   - J. N. Carruthers. Investigations upon the water movements in the English Channel. Summer 1924. Reviewed by G. Gilson 248
   - S. M. Marshall and A. P. Orr. The Relation of the Plankton to some Chemical and Physical Factors in the Clyde Sea Area. Reviewed by H. H. Gran 251
   - E. Schreiber. Die Reinkultur von Marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meerwassers. Reviewed by Oscar Sund 252
   - L. Fage et R. Legendre. Pêches planctoniques à la lumière, effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau. I. Reviewed by F. S. Russell 254
   - W. Schnakenbeck. Die Deutsche Seefischerei. Handbuch der Seefischerei Nordeuropas. Reviewed by J. J. Tesch 255
   - E. Ehrenbaum. Elasmobranchii. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. Reviewed by R. S. Clark 257
   - A. G. Huntsman and A. W. A. Needler. Fluctuations in the Haddock Fishery of the Bay of Fundy. Reviewed by H. Thompson 261
   - A. Bückmann. Weitere Untersuchungen über Schongebiete für die Scholle in der Nordsee. Reviewed by D. Thursby-Pelham 264
   - E. Ford. Herring Investigations at Plymouth. Reviewed by Schnakenbeck 265
   - Herbert Heidrich. Ueber die Fortpflanzung von *Clupea sprattus* in der Kieler Bucht. Reviewed by Paul Bjerkan 269
   - Chr. Hessle. Sprat and sprat-fishery on the Baltic coast of Sweden. Reviewed by Paul Bjerkan 270
   - J. H. Orton. Observations on the Fal Estuary Oyster Beds during 1926, including a Study in Over-fishing. Reviewed by R. Spärck 272
   - J. H. Orton & C. Amirthalingam. Notes on Shell-Deposition in Oysters. Reviewed by R. Spärck 273
   - J. H. Orton. Observations and Experiments on Sex-Change in the European Oyster (*O. edulis*). Part I. Reviewed by R. Spärck 273
   - Ilmari Välikangas. Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. I. Reviewed by H. C. Redeke 274
   - H. C. Redeke. River Pollution and Fisheries. Reviewed by C. H. Roberts 277
   - T. G. Thompson, J. W. Lang and L. Anderson. The Sulphate-Chloride Ratio of the Waters of the North Pacific. Reviewed by Donald J. Matthews 278
10. Current Bibliography prepared by the Editor with the assistance of Miss Thursby-Pelham 280

BIANCO LUNO — COPENHAGEN